МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

«СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ XXI ВЕКА»

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ЧАСТЬ II

ВОРОНЕЖ
2016

УДК 001.8"20":005.745(06)
ББК 65.011.151 Я 431
С56

С56 Современные научно-практические решения XXI века: материалы международной научно-практической конференции (Россия, Воронеж, 21-22 декабря). – Ч.II. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, - 2016. – 355 с.

21 - 22 декабря 2016 г. в Воронежском государственном аграрном университете прошла международная научно-практическая конференция, посвященная актуальным проблемам науки и образования в области технических наук, сельскохозяйственных наук, географических наук, исторических наук, педагогических наук, политических наук, социологических наук, филологических наук, юридических наук. В работе конференции приняли участие студенты, аспиранты, молодые ученые, доценты, профессора.

Редакционная коллегия:
Н.И. Бухтояров, Н.М. Дерканосова, В.А. Гулевский,
А.П. Тарасенко, Д.Н. Афоничев, Е.А. Высоцкая

Под общей редакцией:
доктора сельскохозяйственных наук, профессора В.И. Оробинского
кандидата технических наук, доцента В.Г. Козлова

ISBN 978-5-7267-0901-7
ISBN 978-5-7267-0903-1 (Ч.II.)

© Коллектив авторов, 2016
© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ..... 11

Гусаров Д.В., Дудка Н.А.

КОНЦЕПЦИЯ ВЕТРОУСТАНОВКИ НА ГРУЗОВОМ АВТОМОБИЛЕ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ НЕОБХОДИМОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ..... 11

Лайков А.В., Титова И.В.

АНАЛИЗ ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПЛАСТМАСС В ТЕХНИЧЕСКОМ СЕРВИСЕ..... 14

Частикова В.А., Биктимиров А.А.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОДХОДОВ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ СПАМА: ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ..... 21

Хуажев С.Р. Леонова А.Н.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ 24

Афоничев Д.Н., Василенко В.В., Аксенов И.И.

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН ПО ВИБРАЦИИ 27

Филонов С.А., Молчанов С.Г.

РЕГУЛИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ НАГРУЗКИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 32

Зайцев А.С, Шамаров М.В.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОНДИЦИОНЕР: СОСТАВ И ПРИНЦИП РАБОТЫ..... 36

Галкин Ю. Ю., Удодов С. А.

СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ СЖАТИЯ И ИЗОЛЯЦИИ ПОВЕРХНОСТИ НА РАННИХ ЭТАПАХ ТВЕРДЕНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ 39

Козлова Е.В., Костенко Л.И., Заболотная А.А.

ВИДЫ ЛИНЕЙНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ФОРМЫ ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫХ ИМИ ДВИЖЕНИЙ..... 46

Спирин Ю.А.

РАСЧЁТ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ

СООРУЖЕНИЙ ОСУШАЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ПОЛЬДЕРЕ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ № 20А В СЛАВСКОМ РАЙОНЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ 56
Малетин Д. А., Попов Н.А., Федорова В.А., Скорых И. А.
СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ 65
Кузьмин И.А., Мирзин Р.А., Зарипов А.Ф.
СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ СПЕКТРА ЦВЕТА НА КОНТРОЛЛЕРЕ ATMEGA328P 68
Тимофеев А.С., Зарипов Ш.С.
ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН 71
Коровинский К.О.
К ВОПРОСУ О ВЫРАВНИВАНИИ КРЕНА ЗДАНИЙ 75
Паршина К.С.
ВЛИЯНИЕ СЕЗОННОСТИ НА ЧИСЛО ДТП 84
Викулин С.В., Викулин А.С.
ОРГАНИЗАЦИЯ ПОСТОЯННОГО И НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ 87
Винокуров В.Д., Винокуров С.Д., Ярош И.С.
КАРБИД КРЕМНИЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА 95
Винокуров С.Д., Воронов А.А., Винокуров В.Д.
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРОВ 101
Волокитин А.А., Иванов В.П., Ломовских А.Е., Черноиванов В.И.
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЖИДКОГО МОТОРНОГО ТОПЛИВА 108

Галныкин Е.А., Воробьев Ю.В., Свиридов А.А., Ломовских А.Е.
ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МНОГОЦЕЛЕВОЙ ДВИГАТЕЛЬ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ..... 113
Глотов М.С., Могутнов Р.В., Колесников М.С.
УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ МНОГОЦЕЛЕВОГО
НАЗНАЧЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ
НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ, В ЧАСТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ
ВОДНЫХ ПРЕГРАД 119
Глотов М.С., Корнев И.И., Князев С.И., Чернокоз А.Д.
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ И
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИМИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ВОЕННОЙ
АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ 124
Глотов М.С., Корнев И.И., Гусев Ю.В., Федоренко Р.А.
АНАЛИЗ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ
ПОВЫШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И УПРАВЛЕНИЯ
ТЯГОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ 128
Глотов М.С., Могутнов Р.В., Корнев И.И.
АНАЛИЗ НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПО
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЕЙ
МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ 135
Заварзин А.Т., Кытман Д.А., Бойков П.А.
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ 143
Заварзин А.Г. Шаховских А.И., Студеникин Е.В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРА ПРИ
ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ТОРМОЗНЫХ СВОЙСТВ
АВТОМОБИЛЯ 150
Игнатьев В.Г., Братков И.В.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТАЦИОНАРНОГО РЕЖИМА

НЕПРЕРЫВНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ В НАСАДОЧНОМ КОНТАКТНОМ УСТРОЙСТВЕ..... 155
Юзик В.М., Капустин В.П., Князев С.И., Чернокоз А.Д.
МОДЕРНИЗАЦИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СРЕДСТВ ЭВАКУАЦИИ ДЛЯ БУКСИРОВКИ НЕИСПРАВНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ..... 163
Козлов А.В., Воробьев А.А., Радченко А.А.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ..... 168
Лыхин Н.Е., Фомин С.В.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СИЛОВОГО ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ПОНИЖАЮЩЕГО ТРАНСФОРМАТОРА С ВНУТРЕННИМ ОХЛАЖДЕНИЕМ ВТОРИЧНОЙ ПОЛОЙ ОБМОТКИ..... 176
Ляпич Е.Н., Кисляков Г.О., Варварин А.М.
ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА РАБОТУ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ..... 182
Можейко А.В., Жогло С.С.
ГАЗОДИНАМИКА ПОТОКА В НЕЙТРАЛИЗАТОРЕ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ..... 185
Попов А.Ю., Капустин В.П., Гусев Ю.В., Федоренко Р.А.
К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗРАБОТОК ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ КОНСТРУКТОРОВ НА ДВИГАТЕЛЯХ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ..... 193
Пурусов Ю.М., Леонтьев К.Н., Черноиванов В.И., Софин А.А.
ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШИН НА ТЯГОВЫЕ И СЦЕПНЫЕ КАЧЕСТВА КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ..... 198

Гудков В.В., Сокол П.А., Гальцев Ю.М.
АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ
В ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЕЙ И КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ 205
Сокол П.А., Гудков В.В., Малкин А.И.
АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОТЕРЬ ТЯГОВОЙ МОЩНОСТИ В
БЛОКИРОВАННОМ БАЛАНСИРНОМ КОЛЕСНОМ ДВИЖИТЕЛЕ
ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН 213
Стародубцев Д.А., Логойда В.С., Ломовских А.Е., Рачинский О.В.
СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТОПЛИВА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ
ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ ПАЗ-32053-70 220
Носов Е.В., Евтушок И.А., Плахотин А.А., Ф.И. Косо – Оглы
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОУПРАВЛЯЕМОГО СРЕДСТВА БУКСИРОВКИ
ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА АЭРОДРОМАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
АВИАЦИИ 227
Капустин В.П., Юзик В.М., Чернокоз А.Д., Князев С.И.
МОДЕРНИЗАЦИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
СРЕДСТВ ЭВАКУАЦИИ ДЛЯ ВЫТАСКИВАНИЯ ЗАСТРЯВШИХ
АВТОМОБИЛЕЙ 233
Янин А.Н., Завьялов А.А.
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДЕРНИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИИ
МЭС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ 238
Поливаев О.И., Сударкин В.Н.
ПОДВЕСКА И ПЛАВНОСТЬ ХОДА МОБИЛЬНЫХ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ 241
Брюховецкий А.Н., Чурсин В.Ю.
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ПРОЦЕССА
ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРМОВ В ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕ РОТОРНОГО ТИПА
ИРТ-Ф-25/40 «ФЕРМЕР» С ПРИМЕНЕНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНОГО
РАБОЧЕГО ОРГАНА 246

Базаров С.Э., Копп Е.А., Нестеров А.С., Шишков А.Н.
УСТРАНЕНИЕ БОКСОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ ПУТЁМ РЕГУЛИРОВАНИЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА 251
Динмухаметов Т.Г., Частикова В.А.
ОСНОВНЫЕ УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ .. 257
Частикова В.А., Динмухаметов Т.Г.
АНАЛИЗ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ..... 262
Климова Е.В.
РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИИ И РЕЦЕПТУР КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПИТАНИЯ 266
Kholodilin I.YU., Nesterov A.S., Shishkov A.N., Sokhina A.V.
INDUSTRY 4.0: PRESENT AND FURURE 270
Бурдыкин В.Д.
ПОВЫШЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ДАВЛЕНИЯ ВПРЫСКИВАНИЯ ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЕ 275
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ 280
Оробинский В.И., Корнев А.С., Крюков А.С., Тарасенко А.П.
ВЛИЯНИЕ ТИПА ОЧИСТИТЕЛЯ ПЛОСКИХ РЕШЕТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ РАБОТЫ 280
Высоцкая Е.А.
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ БИОЛОГИЧЕСКОГО РЕСУРСА ПОДСОЛНЕЧНИКА В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ 285
Мурзагалина А.Р., Кутлияров А.Н.
СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ИГЛИНСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН 289
Мерчалов С.В., Мамонтов Е.А.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ СЕПАРАТОРОВ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО ЗЕРНА 292

Солдатов Ю.И., Казаров К.Р., Трофимова Т.А.
ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ КАРТИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ПРИ УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР КОМБАЙНОМ JOHN DEERE 9670 STS 299
Дубова В.В., Фёдорова В.А., Мерчалова М.Э.
АНАЛИЗ ТРАВМАТИЗМА, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И МЕРЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ 305
Щукин С.Н. П
РИМЕНЕНИЕ ДИСКРЕТНОГО СПОСОБА РЕГЛАМЕНТАЦИИ РАСХОДА РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ В ОПРЫСКИВАТЕЛЯХ 308
Парахневич Т.М., Пелагина Ю.С.
ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТА СПК «КРАСНЫЙ ОКТЯБРЬ» ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ 313
Майоров А.А., Сафиуллин Р.Р., Назаров А.И.
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПАГУБНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЕТРА НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ 318
Онищенко И.П.
РОЛЬ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЭКОНОМИКЕ И ЭКОЛОГИИ РЕГИОНА 322
Петрова В.В., Кутлияров А.Н.
СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН 326
Безик Д. А., Гурьянов Г. В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ПОЛЯРИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОДОВ 330
Мурзагалина А.Р., Заманова Н.А.
ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ В ПОСЕЛКЕ ТАШЛЫ-ЕЛГА ИГЛИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН 336

Старостина А.Е., Заманова Н.А.
КАРТОГРАФИЯ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ 339
Хамитова А.Р., Заманова Н.А.
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ 342
Боброва.К.И.
ШАРМ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА 346
Гималетдинов И.И., Заманова Н.А.
КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОЯСА 348
Высоцкая Е.А. Прохорова А.В.
СНИЖЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЕННОГО КОМПОНЕНТА АГРОЦЕНОЗА И ПОВЫШЕНИЕ ЕГО БИОЛОГИЧЕСКОГО РЕСУРСА ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ..... 350

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 533.6621548

Гусаров Д.В., Дудка Н.А.

КОНЦЕПЦИЯ ВЕТРОУСТАНОВКИ НА ГРУЗОВОМ АВТОМОБИЛЕ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ НЕОБХОДИМОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н.Туполева-КАИ г. Казань

Аннотация. В данной статье содержится описание метода получение электроэнергии, для того чтобы ослабить нагрузку на бортовую электросеть. Метод заключается в том, чтобы использовать ветрогенераторную установку с ротором Савониуса на борту грузового автомобиля. Генератор подключенный к данной установки будет преобразовать кинетическую энергию встречного по движению потока воздуха в электроэнергию необходимого уровня напряжения 12/24В.

Ключевые слова: ветрогенератор, ротор Савониуса, грузовой автомобиль, генератор, напряжение, мощность.

Annotation. This article contains a description of the method of obtaining electricity, in order to reduce the load on the on-board electric system. The method is to use a Savonius rotor installation windy aboard a lorry. The generator is connected to the installation will convert the energy of the oncoming air flow movement in electricity voltage required 12/24V.

Keywords: wind turbine, Savonius rotor, truck, generator, voltage, power.

За последние годы автомобилестроение совершило технический и технологический рывок. Решаемые производителями задачи повышения безопасности и комфортности автомобильного транспорта сопряжены с увеличением энергопотребления узлов и агрегатов этих систем, как современных, так и перспективных. Вероятно, что решение перспективных задач будет повышать требования к системам генерирования электрической энергии в автомобилях с точки зрения повышения мощности данных систем. Естественно, что электротехнические системы постоянно совершенствуются, и в будущем с их помощью будут решаться задачи увеличения мощности генерируемой электрической энергии.

Однако, несмотря на технический тренд развития сложившейся концепции электроснабжения автомобилей нельзя отрицать и тот факт, что автомобиль движется в воздушном потоке, обладающем кинетической энергией. С учетом этого авторами выдвигается концепция использования данного возобновляемого источника для генерирования электрической энергии в автомобиле.

Если учесть, что часть механической энергии ДВС расходуется на выработку электрической энергии, то использование суммарной энергии ветра при движении автомобиля может рассматриваться как источник возвратности для выработки электрической энергии в грузовом автомобиле в среднем на уровне 10-15%. Это может быть достигнуто за счет использования набегающих воздушных потоков на кабину водителя не только при движении автомобиля, но и во время его стоянки.

С учетом выдвигаемой концепции авторами была произведена постановка задачи на проведение исследований и получены предварительные результаты на основе анализа имеющихся материалов по ветроэнергетике и проведенных расчетов, которые приведены ниже.

1. Актуальность объекта исследования:

Снижение нагрузки на систему генерирования электрической энергии грузового автомобиля при его эксплуатации в ночное время и в условиях низких температур на основе применения ветроэнергетической установки.

2. Предмет исследования:

Исследование возможностей применения в грузовом автомобиле ветрогенератора для обеспечения электроэнергией системы «комфорт», климатической установки, системы охлаждения рефрижератора и т.п.

3. Цель исследования:

Оценить значения электрической мощности, выдаваемой в систему электроснабжения с учетом применения ветрогенератора.

Постановка задачи на проведение исследований:

а) Анализ существующих систем ветрогенераторов.

б) Выбор эффективного ветрогенератора для оптимального канала подачи воздушного потока на ветроколесо.

в) Компоновка ветроэнергетической системы грузового автомобиля на базе отечественного образца (автомобиль КАМАЗ).

Геометрия воздушных каналов и ветрогенератора реализуется в реальных габаритах и размерах автомобиля. После окончательных выводов о возможностях реализации концепции возможна постановка вопроса о создании специального кузова, в том числе и рамках создания и развития интеллектуальных транспортных систем.

В последние годы ветроэнергетика бурно развивается. Основными производителями ветроэнергетических установок являются Дания, Германия. Китай и ряд других стран. На сегодня для производства электрической энергии в основном используются горизонтально-осевые ветродвигатели, мощность которых определяется площадью ометаемой поверхности. В то же время в последние годы наблюдается интерес к использованию вертикально-осевых ветродвигателей, которые, обладая

меньшим коэффициентом использования энергии ветра, имеют ряд преимуществ перед горизонтально-осевыми ветродвигателями.

Авторы при анализе литературы по вопросам ветроэнергетики, не встретили работы, в которых рассматривается возможность ее использования в автомобильном транспорте для генерирования электроэнергии.

Как правило, целесообразность использования ветроэнергетических установок рассматривается, начиная со скоростей ветра 2,5-3,0 м/с. Увеличение мощности ветроэнергетической установки при таких скоростях достигается за счет увеличения площади ометаемой поверхности, однако очевидно, что такой возможности в автомобиле нет. Кроме того, размещение горизонтально-осевого ветродвигателя с учетом аэродинамики автомобиля не представляется возможным. При этом конструктивно возможно размещение вертикально-осевого ветродвигателя. Из известных на сегодня вертикально-осевых ветродвигателей для решения задачи был выбран ротор Савониуса (рис.1) с удлинением $\lambda = 0,5$ (высота H ветроколеса 0,5 м, диаметр D= 2R 1,0 м). Ветроколесо может размещаться в обтекателе над кабиной или в пространстве за кабиной водителя, при этом ротор ветроколеса размещается совместно с электрическим генератором.

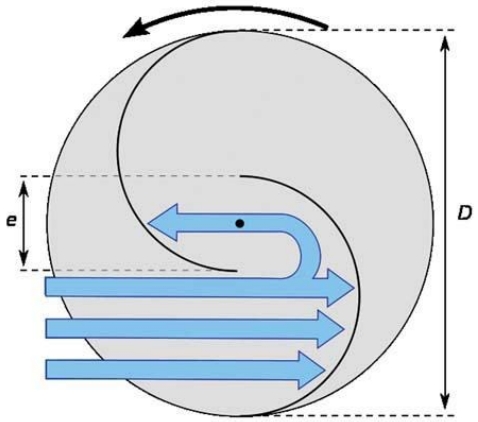


Рисунок 1– Ротор Савониуса. Внешний вид и принцип действия. Синие стрелки – движение ветра.

В качестве генератора рассматривается трехфазный синхронный тихоходный генератор с числом оборотов до 150 об/мин.

Забор обтекающего автомобиль воздуха производится в обтекателе, расположенном над кабиной водителя. Количество лопастей ротора выбрано равным 5 как наиболее эффективное. При этом ось ротора размещается горизонтально поверхности земли для расположения ротора за кабиной водителя и вертикально при расположении ротора над кабиной водителя (в обтекателе). При использовании ротора для воздуховода с

размерами сечения 0,5 м × 1,0 м мощность набегающего воздушного потока может составить 0,07 V^3, где V- скорость воздушного потока. Для скорости автомобиля 60 км/час (без учета скорости встречного ветра) V составит 16,7 м/с, что даст энергию в 600 Дж. С учетом коэффициента использования энергии ветра для ротора Савониуса 0,22 механическая мощность ветродвигателя составит порядка 120 Дж. Для скорости в 100 км/час мощность составит порядка 550 Дж. При проведении расчетов учитывалось, что в обтекателе имеется вырез с размерами не более 20% от общей его площади, а аэродинамическое торможение при этом увеличивается не более, чем на 5%. Приблизительный расчет для электрического генератора на неодимовых магнитах показал, что с учетом приведенных выше выкладок минимально его выходная мощность может достигать около 1500 Вт.

Полученная таким образом электрическая энергия через систему преобразования и регулирования напряжения направляется непосредственно потребителям, или запасается в дополнительной АКБ.

Данная статья была написана на основании выпускной квалификационной работе защищённой на кафедре Электрооборудования КНИТУ им. А.Н.Туполева – КАИ, и итогом которой стал вывод о том, что с учетом выше изложенного можно утверждать, что возможна техническая реализация предложенной концепции, но требуется более детальная ее проработки с расчетом в целом проекта ветроэнергетической системы для грузового автомобиля.

Список литературы

1. Розин М.Н. Ветрогирлянды // Малая энергетика: сетевой журнал. 2005г. URL:http://rosinmn.ru/VETRO_girland.htm / (дата обращения: 19.09.2015)

УДК 67.08

Лайков А.В., Титова И.В.

АНАЛИЗ ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПЛАСТМАСС В ТЕХНИЧЕСКОМ СЕРВИСЕ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрено оборудование для переработки полимерных отходов различных стран производителей. Даны рекомендации по выбору перерабатывающего оборудования в зависимости от объемов переработки.

Ключевые слова: полимерные материалы, процесс переработки, дробилки, производительность.

Abstract. The article deals with the equipment for processing plastic waste producers in different countries. The recommendations on the choice of processing equipment, depending on the volumes of processing.

Keywords: Polymeric materials, recycling process crusher performance.

Полимерные материалы находят широкое применение, как в конструкции машин, так и в конструкциях сельскохозяйственного назначения. В некоторых машинах доля полимерных изделий составляет свыше 20%. Пленочные материалы находят широкое применение в животноводстве, кормопроизводстве, тепличном хозяйстве, сфере строительства.

В процессе ремонта машин остаются запасные детали, тара из-под технических жидкостей, упаковки запасных частей. Утилизация полимерных отходов происходит либо сжиганием, либо захоронением что наносит существенный вред окружающей среде, а также вредит экосистеме на очень обширной территории. Разлагаясь пластиковые отходы выделяют в атмосферу огромное количество вредных и опасных для здоровья веществ, которые в большинстве своем являются канцерогенами. Так же пропадает возможность вторичного использования полимерных отходов, что позволило бы снизить себестоимость новых материалов и деталей. [2]

В развитых западных странах широкое распространение получили технологии переработки и вторичного использования полимерных отходов. В России переработку пластика могут взять на себя предприятия технического сервиса.

С целью обеспечения сравнимости показателей нами рассмотрены дробилки, выпускаемые несколькими странами, а именно: Россия, КНР, Германия, США и Япония. Выбрано оборудование, получившее широкое распространение в нашей стране, а также имеющее положительные отзывы от потребителей. Дробилки, рассматриваемые нами, предназначены для измельчения пластиковых отходов. Чтобы сделать правильный выбор дробилки, нам необходимо знать, какой материал и в виде чего будет загружаться в дробилку, размеры измельчаемого материала. Необходимо знать производительность дробилки, так как она влияет на её размер и стоимость.[1]

Технические характеристики дробилок различных производителей представлены в таблицах:

Таблица 1 - Характеристика отечественного измельчающего оборудования, выпускаемого в России

Технические характеристики	ИТПИ-500	ИПМ-400	ИПРМ-500	ИПР-450М	ИПРТ-300	ИПР-150М	ДПР-150	ИПР-200
размеры пластиковых и полимерных отходов, мм	350x300x200	350x400x250	500x300x300	400x200x200	500x350x200	150x75x75	150X75X75	350x300x200
Толщина сырья до, мм	2	2	10	10	10	5	5	3
Производительность, дробилки, кг/час	175	180	125	250	200	80	100	120
Диаметр отверстий в калибрующей решетке, мм	30	8	20	10	10	8	8	8
Частота вращения ротора дробилки, мин$^{-1}$	1550	750	1550	670	750	1120	1120	750
Мощность двигателя, кВт	7,5	12	11	30	30	3,5	3,5	5,2
Размеры, мм:								
длина, А	1000	1750	830	1885	1565	960	570	1335
ширина, В	650	870	700	1420	1205	590	590	850
высота, С	1400	820	1700	2285	1940	1410	1250	700
Масса установки, кг	280	740	275	2416	1500	250	220	330
Цена дробилки, руб.	163192	150000	540000	534755	275000	102000	96000	100000

Таблица 2 - Характеристики зарубежного измельчающего оборудования производства Китайской Народной Республики (КНР) [3]

Технические характеристики	XFS180	XFS230	XFS500	HSS-300A	HSS-400A	RFS-600C	RFS-700C	XFS800
размеры пластиковых и полимерных отходов, мм	180x136	230x170	500x300	300x210	400x250	600x360	700x360	800x460
Толщина сырья до, мм	3	1-5	3	1-5	2	1-10	1-10	1-10
Производительность, дробилки, кг/час	150	200	350	300	550	350	450	550
Диаметр отверстий в калибрующей решетке, мм	5	5	6	8	15	15	12	12
Частота вращения ротора дробилки, мин$^{-1}$	520	720	720	750	750	750	675	1500
Мощность двигателя, кВт	2.2	4	11	5.5	7.5	15	18,5	22
Размеры, мм:								
длина, А	730	1000	1450	1310	1420	1680	1680	1730
ширина, В	440	700	1050	930	1070	1156	1256	1356
высота, С	900	1060	1500	1310	1530	1910	1910	2090
Масса установки, кг	144	290	740	428	617	1000	1500	1750
Цена дробилки, руб.	100000	125000	150000	140000	160000	300000	550000	750000

Таблица 3 - Характеристики зарубежного измельчающего оборудования производства Германии [4]

Технические характеристики	GSL 180/180	GSC 300/300	GSC 300/600	GSC 500/500	GSE 500/700	GSE 700/700	GSE 700/1200	GSH 800/1200
размеры пластиковых и полимерных отходов, мм	350x350	380x300	380x590	560x500	560x690	720x690	720x990	1150x940
Толщина сырья до, мм	3	1-5	3	1-5	2	1-10	1-10	1-10
Производительность, дробилки, кг/час	100	150	450	500	700	700	900	1200
Диаметр отверстий в калибрующей решетке, мм	6	6	10	12	14	14	14	14
Частота вращения ротора дробилки, мин$^{-1}$	550	550	720	800	800	1200	1200	1500
Мощность двигателя, кВт	3	7,5	18,5	22	45	55	75	132
Размеры, мм:								
длина, А	420	1550	1650	1300	1175	1200	1500	2320
ширина, В	600	1360	1550	1900	1545	1780	1780	2000
высота, С	620	2050	2050	2450	2200	2570	2570	3780
Масса установки, кг	1800	450	480	600	670	1000	1550	1600
Цена дробилки, руб.	150000	190000	230000	280000	310000	500000	870000	1045000

Таблица 4 - Характеристики зарубежного измельчающего оборудования производства Америки и Японии

Технические характеристики	HPS 100	KIJ 150	HPS 250	KIJ 450	HPS 650	KIJ 700	HPS 900	KIJ 1100i
размеры пластиковых и полимерных отходов, мм	350x350	380x300	380x590	560x500	560x690	720x690	720x990	1150x940
Толщина сырья до, мм	3	1-5	3	1-5	2	1-10	1-10	1-10
Производительность, дробилки, кг/час	100	150	250	450	650	700	900	1100
Диаметр отверстий в калибрующей решетке, мм	4	4	4	8	14	14	14	14
Частота вращения ротора дробилки, мин$^{-1}$	520	720	800	720	520	1000	1100	1000
Мощность двигателя, кВт	5	7,5	5	25	45	37	45	110
Размеры, мм:								
длина, А	500	420	650	1300	1120	1100	1400	2000
ширина, В	500	630	650	1230	1500	1660	1840	2050
высота, С	620	2050	2050	2450	2200	2570	2570	3780
Масса установки, кг	260	400	580	500	670	1100	1300	1250
Цена дробилки, руб.	130000	140000	160000	240000	530000	630000	900000	1300000

Рассмотрев и изучив данные характеристики перерабатывающего оборудования можно сделать выводы об их преимуществах и недостатках:

1. Дробилки российского производства имеют приемлемую цену, но отличаются высокой массой и габаритными размерами.
2. Дробилки производства КНР обладают низкой ценой, большой номенклатурой изделий, но отличаются высокой массой и размерами.
3. Дробилки немецкого производства обладают хорошей производительностью, малыми размерами, имеют среднюю массу, но отличаются высокой ценой.
4. Дробилки американского производства имеют высокую мощность и производительность, но имеют большие размеры и высокую цену.
5. Дробилки японского производства обладают малыми размерами, хорошей производительностью, малой массой, но имеют высокую цену.

Поэтому для малых перерабатывающих предприятий можно рекомендовать дробилки производства КНР или России. Для крупных перерабатывающих предприятий, имеющих большой объем переработки, мы рекомендуем применять дробилки американского и японского производства.

Список литературы

1. Астанин В.К. Обоснование параметрического ряда перерабатывающего оборудования отходов полимеров в техническом сервисе (статья) / Астанин В.К – Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина», вып.1(46), 2011 / Москва, С. 80-81.
2. Крыжановский В.К. Технические свойства полимерных материалов Учеб.-справ. пособие / В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко, Ю.В. Крыжановская. — 2е изд., испр. и доп. — СПб.: Профессия, 2005. — 248 стр., ил.
3. Made-in-china connecting [Электронный ресурс] – Режим доступа http://ru.made-in-china.com
4. Глобал-Маш, дробилки, мельницы [Электронный ресурс] – Режим доступа http://www.gmash.ru/

УДК 004.056

Частикова В.А., Биктимиров А.А.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОДХОДОВ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ СПАМА: ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

Аннотация. Решение задач обнаружения спама является одним из направлений информационной безопасности. В данной статье выполнен анализ основных подходов к решению проблемы обнаружения спама, сделан обзор существующих методов, произведена классификация методов обнаружения спама по различным параметрам.

Ключевые слова: спам, методы, списки, искусственный интеллект, рассылка.

Abstract. Solving problems of spam detection is one of directions of information security. This article gives an analysis of the main approaches to solving problems of spam detection, offers a review of existing methods and makes a classification of spam detection methods for information security.

Keywords: spam, methods, lists, artificial intelligence, mailing.

В современный век высоких технологий компьютеры имеют место быть практически во всех сферах деятельности человека. Сейчас сложно представить, чтобы какая-нибудь компания вела свои дела без использования информационных технологий. Но в результате данного прогресса в IT-сфере увеличивается и количество вредоносного программного обеспечения (вирусов, спама, фишинга и т.п.), способного навредить как одному человеку, так и принести ущерб целой компании. Особо стоит отметить спам-сообщения, оборот которых с каждым годом возрастает все больше.

Спам – это незаконно распространяемая путем массовой рассылки информация рекламного характера, получение которого не согласовано с пользователем. Датой рождения спама принято считать 1 мая 1978 года, когда один из сотрудников отдела маркетинга компании DEC, скрывший свою личность под псевдонимом Thuerk, разослал всем тогдашним пользователям Arpanet’а приглашение на презентации DEC 2020.

Несмотря на существующий рынок современных систем по борьбе со спамом, данная проблема остается открытой, так как создатели спам-рассылок придумывают новые способы обхода данных систем.

Все основные современные подходы борьбы со спамом можно разделить на следующие категории:

- методы, основанные на анализе содержимого письма;
- «белые» и «черные» списки;
- детекторы массовых рассылок;

– методы, основанные на верификации обратного адреса отправителя и его домена.[2]

Методы, основанные на анализе содержимого письма. Данный подход является одной из первых проверенных технологий. Сообщение проверяется на наличие специфических слов, текста, картинок, тем сообщения, которые характерны для спама. Далее происходит подсчет веса сообщения и определяется, является ли оно спамом или нет. Системы, которые работают при помощи данной методики, редко ошибаются с разграничением спама и нормальной почты. Но для поддержки и настройки такого фильтра нужны специально обученные люди и существенные затраты, что сказывается на стоимости данной технологии.

«Белые», «черные» и «серые» списки. Происходит блокировка почты, которая идет с IP-адресов, присутствующих в списке. Способ имеет почти стопроцентный результат, если почта приходит из подозрительного источника, находящегося в списке. Однако данный метод следует применять с осторожностью, так как он имеет высокий уровень ложных срабатываний.[3]

Детекторы массовых рассылок. Подобная методика находит в потоке почты массовые сообщения, которые по своему содержанию абсолютно одинаковы или имеют небольшие различия. Эту технологию, как правило, предлагают крупные производители, обладающие значительными объемами почты, которую они могут проанализировать. К сожалению, массовая рассылка может оказаться не спамом, а вполне легитимной почтой. Также в настоящее время существует специализированное программное обеспечение, способное генерировать различный контент в каждом спамерском письме, в результате чего детекторы не срабатывают.

Методы, основанные на верификации обратного адреса отправителя и его домена. Обычный DNS-запрос по имени домена отправителя письма. Если выясняется, что домен отправителя не существует, то, вероятнее всего, адрес отправителя поддельный. Однако этот метод малоэффективен, поскольку в качестве адреса отправителя спамеры могут использовать реальные адреса, случайным образом выбранные из базы рассылки.

В таблице 1 приведена классификация методов обнаружения спама по различным параметрам.

Таблица 1. Анализ методов обнаружения спама по различным параметрам

Методы	Возможность ложного обнаружения спама	Сложность обхода методики	Простота реализации	Доступность
Анализ содержимого письма	+	-	-	-
Использование списков	+	+	+	+
Детекторы массовых рассылок	+	-	-	-
Верификация обратного адреса отправителя и его домена	-	-	+	+

Как видно из таблицы 1, ни одна из существующих технологий не может стать универсальной, поэтому для эффективной борьбы со спамом данные методы следует использовать в совокупности или использовать новые подходы.

Искусственный интеллект для борьбы со спамом. Защита от спама является нетривиальным ресурсоемким процессом, поэтому для увеличения эффективности и повышения степени автоматизации процесса борьбы со спамом перспективно использовать алгоритмы искусственного интеллекта (нейронные сети, искусственные иммунные сети и т.п.).

Новейшие технологии фильтрации, основанные на применении искусственного интеллекта, являются мощным средством в борьбе со спамом. За счет сложной обработки данная методика позволяет получить общее представление о сообщении посредством анализа слов, выражений и абзацев.

Некоторые методики искусственного интеллекта могут поставить под сомнение результаты анализа самого сообщения, но окончательное решение опирается не только на сам текст. Методы учета шаблонов передачи проанализируют, когда эти сообщения были отправлены, кто их послал и откуда они рассылаются. Допустим, сообщение было прислано с того же адреса, что и 12 других на прошлой неделе. Они все поступили с одного и того же сервера в течение обычного рабочего дня, и ни одно из них не напоминало спам. Очевидно, имеет смысл передать и новое сообщение адресату. Другие методы фильтрации могут отправить это сообщение в корзину.[1]

Заключение.

Таким образом, изучение методик защиты от спама позволяет понять новые принципы отслеживания и защиты от нежелательной корреспонденции и вредоносного программного обеспечения.

Список литературы

1. Дэйв Стиклер. Искусственный интеллект вступает в борьбу со спамом. Computerworld, 2003, No. 19 URL: http://www.osp.ru/cw/2003/19/64438/.
2. Математические структуры и моделирование. 2010, вып. 21, с. 133-140.
3. Сергеев Д. «Черные» и «белые» списки как мера защиты от спама. URL: http://spam.knowledgebase.ru (Дата обращения: 24.02.2010)

УДК 624.012

Хуажев С.Р. Леонова А.Н.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

Аннотация. В статье описываются способы усиления каменных конструкций традиционными методами и композитными материалами.

Ключевые слова: армирование, композитные материалы, усиление каменных конструкций.

Abstract. The article describes methods of strengthening of masonry structures using traditional methods, and composite materials.

Key words: reinforcement, composites, strengthening of masonry structures.

Проблемы повышения долговечности зданий и сооружений являются весьма актуальными, и связаны с решениями вопросов надежности существующих несущих конструкций зданий. Первоначальным этапом является обследование зданий, при котором выявляют дефекты, снижающие несущую способность строительных конструкций. По результатам проведенного обследования и выявленных дефектов принимаются решения по усилению несущих конструкций.

Существуют различные способы усиления, которые достаточно полно описаны в различных учебных, нормативно-технических и справочных источниках. Материалы, применяемые для усиления каменных конструкций: металл и железобетон, полимеррастворы и композитные материалы.

Традиционные способы усиления каменных столбов, пилонов, простенков выполняется стальными и железобетонными обоймами или с помощью установки стальных скоб и профилей. Эти процессы трудоемкие и нетехнологичные.

Исследования в области усиления каменных конструкций выделяют

наиболее рациональным и перспективным способом применение композитных материалов на основе углеродных волокон.

Композитный материал был разработан в середине прошлого века в Великобритании. Это неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, среди которых можно выделить:

- армирующие элементы, обеспечивающие необходимые механические характеристики материала,
- матрицу (или связующее), обеспечивающую совместную работу армирующих элементов.

Компонентами композитов являются самые разнообразные материалы – алюминий, магний, никель, медь, керамические волокна, стеклопластики, углерод и т.п. Для усиления применяются многокомпонентные композиционные материалы – полиматричные, когда в одном материале сочетают несколько матриц, включающих в себя различные наполнители. В зависимости от вида наполнителя определяется прочность и деформативность материала, а полимерная матрица обеспечивает монолитность материала и стойкость к различным внешним воздействиям.

Механические характеристики применяемых в строительстве волокон углеродных композиционных материалов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-механические свойства некоторых типов волокон

Тип фибры	Прочность на растяжение, МПа	Модуль упругости, ГПа	Деформация удлинения, %	Плотность, т/м^3
Углерод высокопрочный	3400-3900	200-250	1.5-2.5	1.75-1.95
Углерод высокомодульный	2900-4000	300-700	0.45-1.2	1.75-1.95

Усиление каменных конструкций композитными материалами выполняется методом внешнего армирования. Армирование выполняется наклейкой на поверхность каменной конструкции высокопрочных холстов с помощью специального эпоксидного клея. Это повышает несущую способность конструкции до 200% не нарушая целостность конструкции. Обоймы из углеродных холстов включаются в работу усиливаемого элемента при монтаже, через клеевой слой.

Недостатком углеродных композитных материалов является их высокая стоимость К достоинствам можно отнести: возможность проведения работ без остановки технологического процесса; снижение сроков работ; малый вес; способность повторять практически любые

формы усиливаемой конструкции; отсутствие громоздких приспособлений для монтажа; невосприимчивость к агрессивным средам.

В нормативной литературе приводятся рекомендации по технологии, материалам усиления и конструктивным требованиям. Отсутствие методов расчета каменной кладки, усиленной композитными материалами ограничивает применение данной технологии.

Исследования, проводимые в нашей стране по данному вопросу основываются в основном на экспериментальных данных, и часто без выдвижения расчетных положений. По результатам экспериментальных исследований повышение несущей способности более чем в 2 раза достигается при полном обертывании кирпичных столбов композитным материалом [4].

Углепластики являются инновационными материалами усиления каменных конструкций. При этом более детального рассмотрения требуют вопросы связанные с адгезией композитов к каменной кладке и предельной деформации отслоения. Предметом дальнейших исследований является и разработка методов мониторинга каменных конструкций, усиленных композитными материалами.

Список литературы

1. Калинин, А. А. Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений: Учебное пособие / А. А. Калинин. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 160 с.

2. Келемешев, А. Д. Обследование и усиление зданий. Учебное пособие для студентов специальности 5В072900 – «Строительство» / А. Д. Келемешев. – Алматы: КазГАСА, 2011. – 98 с.

3. Усиление конструкций композиционными материалами [Электронный ресурс].– ttp://triadaholdingnn.ru/services/usilenie_konstrukcij_kompozicionnymi_ materialami/.

4. Садыкова Р.Р., Нужина Д.А., Быков А.А. Усиление каменных конструкций композитными материалами/ SWorld – 21-30 April 2015

5. Электронный ресурс http://www.varmastroy.ru/

6. Электронный ресурс http://www.compozit.pro/

УДК 656.071.8(075.8)

Афоничев Д.Н., Василенко В.В., Аксенов И.И.

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН ПО ВИБРАЦИИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. Предложено осуществлять постоянный контроль технического состояния технологических машин по их вибрации, для чего разработан достаточно дешевый виброметр, отличительной особенностью которого является применение печатной платы Freeduino. Разработанный прибор состоит из следующих элементов: плата датчика, дисковый пьезоэлеменет (чувствительный элемент), приемная плата с установленной на ней сенсорным TFT LCD экраном с возможностью записи полученных результатов на microSD-карту. Результаты измерений передаются по беспроводной связи на компьютер или смартфон.

Ключевые слова: вибрация, технологическая машина, измерение, контроль, эксплуатация.

Abstract. Proposed to carry out continuous monitoring of the technical condition of cars in their vibration, which is designed to be inexpensive vibrometer whose distinctive feature is the use of the PCB Freeduino. The developed device consists of the following elements: the sensor Board, disk piezoelement (sensing element), each Board with the mounted TFT LCD touch screen with the ability to record the obtained results on the microSD-card. The measurement results are transmitted wirelessly to a computer or smartphone.

Keywords: vibration, processing machine, measurement, control, operation.

Повышенная вибрация технологических машин и их отдельных элементов указывает на ослабление узлов креплений и на недопустимые режимы работы [1, 2, 3, 4]. Наличие вибрации негативно сказывается как на самих технологических машинах (происходит разрушение их элементов), так и на операторах [5, 6]. Таким образом, при эксплуатации технологических машин необходимо осуществлять постоянный приборный контроль их вибрации, который позволит принять меры по устранению повышенной вибрации на начальной стадии ее развития и тем самым обеспечить надежность машин и улучшить условия труда операторов.

В настоящее время на рынке представлено множество приборов для вибрационной диагностики, к ним относятся: ViAna-1, ViAna-4, Виброметр К1, Корсар+, Корсар++, Vibro Vision, Vibro Vision-2, ДПК-Вибро, Диана-2М, Диана-8, Атлант-8/16/32, Fluke 810 и другие [7, 8]. У этих приборов есть, как и преимущества (контроль незапланированных простоев оборудования, предотвращение повторного возникновения проблем, малогабаритность виброметра), так и недостатки (относительная

дороговизна, точность диагностирования в большинстве случаев зависит от числа сглаженных (осредненных) параметров, особые требования к способу крепления датчика вибрации). Эти недостатки потребовали создание нового, достаточно дешевого виброметра (рисунок 1). Его отличительной особенностью является применение печатной платы Freeduino, к преимуществу которой относится открытость программного кода, и то, что Freeduino не является торговой маркой и может использоваться в любых целях [9].

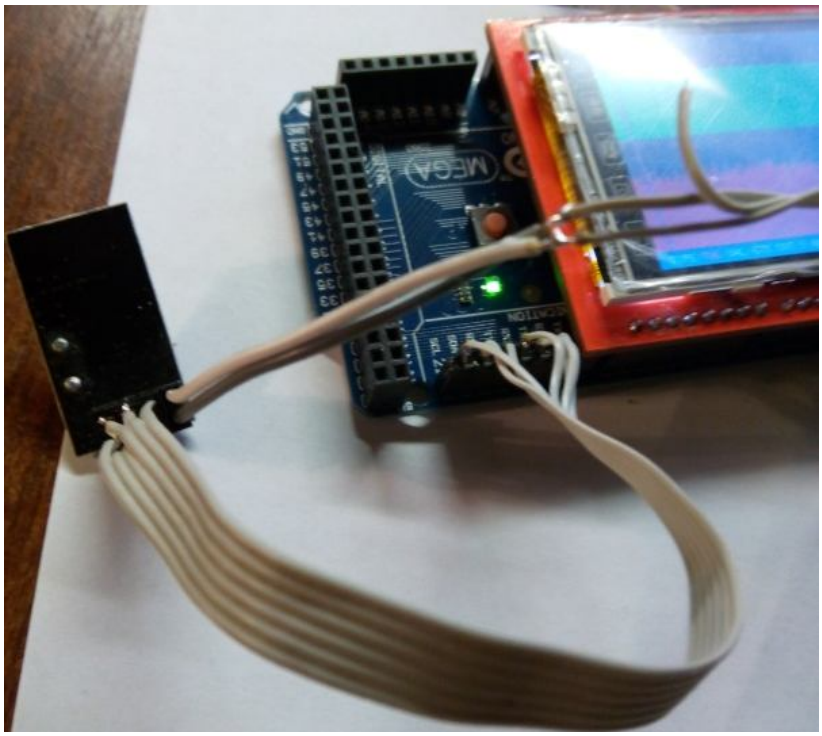


Рисунок 1 – Внешний вид прибора

Разработанный прибор состоит из следующих элементов: плата датчика, дисковый пьезоэлеменет (чувствительный элемент), приемная плата с установленной на ней сенсорным TFT LCD экраном с возможностью записи полученных результатов на microSD-карту [10, 11]. Результаты измерений передаются по беспроводной связи на компьютер или смартфон, что позволит использовать разработанный прибор в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП) и научных исследований (АСНИ) [12, 13, 14, 15, 16].

Для регистрации результатов измерений написана прикладная программа на языке программирования C++ [7, 8, 10]. Фрагмент написанного кода прикладной программы регистрации результатов измерений рассматриваемого прибора показан на рисунке 2.



Рисунок 2 – Фрагмент кода прикладной программы регистрации результатов измерений

Разработанный прибор может быть применен как при постоянном, так и при периодическом контроле вибрации машин, то есть может быть установлен стационарно на объекте контроля или использоваться в качестве портативного устройства, что позволяет его применять при различных формах организации технического сервиса [17].

На стадии разработки и производства машин снижение их вибрации обеспечивается комплексом различных мероприятий, в том числе применением перспективных материалов [18].

Снижение вибрации технологических машин при эксплуатации можно обеспечить следующими мероприятиями:

- снижение нагрузочных и скоростных режимов работы;
- применение специальных устройств, снижающих вибрацию;
- устранение причин вибрации при техническом обслуживании;

- текущий ремонт.

Снижение нагрузочных и скоростных режимов работы технологических машин возможно при условии, что машины исправны, при этом следует рассматривать в качестве альтернативного варианта – применение специальных устройств, снижающих вибрацию. Обоснование выполняется по экономическим критериям, так снижение нагрузочных и скоростных режимов работы приводит к снижению производительности. Регистрация и обработка результатов измерений вибрации технологических машин позволяет управлять их вибрнагруженностью [19]. При управлении вибронагруженностью могут быть использованы программируемые логические контроллеры (ПЛК), которые по сигналам вибродатчиков вырабатывают управляющие сигналы для исполнительных устройств [12, 13, 20].

Реализация в совокупности всех мероприятий по снижению вибрации технологических машин позволит сохранять их работоспособность и сократить расходы на проведение текущих ремонтов, а также улучшить условия труда операторов.

Список литературы

1. Диагностика и техническое обслуживание машин / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. – М.: ИЦ «Академия», 2008. – 432 с.

2. Афоничев Д.Н. Ресурсосбережение в сельском хозяйстве на основе использования современных средств вибрационной диагностики машин / Д.Н. Афоничев, И.И. Аксенов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер. междунар. зочн. научно-практич. конф. – 2014. – № 5. – Ч.3(10–3). Междунар. научно-техн. конф. «Техника и технологии – мост в будущее» / Воронежская государственная лесотехническая академия. – Воронеж, 2014. –С. 187–191.

3. Афоничев Д.Н. Ресурсосбережение в сельском хозяйстве путем использования новых средств вибрационной диагностики / Д.Н. Афоничев, И.И. Аксенов // Научно-практические аспекты ресурсосберегающих технологий производства продукции и переработки отходов АПК: межвуз. сб. научн. тр. / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2014. – С. 200–204.

4. Анализ влияния конструктивных и режимных параметров работы решетного стана зерноочистительной машины на уровень общей вибрации / А.С. Корнев, В.И. Оробинский, И.И. Аксенов, А.С. Майгуров // Наука вчера, сегодня, завтра: матер. научно-практич. конф. / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2016. – С. 23–28.

5. Полуэктов А.В. Безопасность жизнедеятельности на производстве и в чрезвычайных ситуациях / А.В. Полуэктов, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2006. – 274 с.

6. Маслова В.М. Безопасность жизнедеятельности / В.М. Маслова, И.В. Кохова, В.Г. Ляшко. – М.: Изд-во «Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М», 2014. – 240 с. – <URL: http://znanium.com/go.php?id=367408>.

7. Аксенов И.И. Особенности вибрационной диагностики технического состояния сельскохозяйственных машин / И.И. Аксенов // Актуальные направления научных исследований XXI века: сб. научн. тр. по матер. междунар. зочн. научно-практич. конф. – 2014. – № 3. – Ч. 4. Междунар. научно-техн. конф. «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве» / Воронежская государственная лесотехническая академия. – Воронеж, 2014. –С. 388–392.

8. Аксенов И.И. Особенности приборной диагностики технического состояния машин / И.И. Аксенов // Актуальные направления научных исследований XXI века: сб. научн. тр. по матер. междунар. зочн. научно-практич. конф. – 2014. – № 3. – Ч. 3. Междунар. научн.-техн. конф. «I-й Европейский лесопромышленный форум молодежи» / Воронежская государственная лесотехническая академия. – Воронеж, 2014. – С. 132–137.

9. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат. Arduino Freeduino / У. Соммер – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.

10. Афоничев Д.Н. Повышение эффективности использования систем технического диагностирования в сельском хозяйстве / Д.Н. Афоничев, И.И. Аксенов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4. – С. 109–114.

11. Афоничев Д.Н. Снижение негативного воздействия машин на окружающую среду / Д.Н. Афоничев, И.И. Аксенов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер. междунар. зочн. научно-практич. конф. – 2015. – № 4. – Ч.2(15–2). – «I Евразийский конгресс зеленых инноваций «iFOREST» / Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова. – Воронеж, 2015. – С. 9–14.

12. Основы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами / С.Н. Пиляев, П.О. Гуков, Д.Н. Афоничев, Р.М. Панов. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2013. – 187 с.

13. Пиляев С.Н. Автоматизация технологических процессов / С.Н. Пиляев, Д.Н. Афоничев, В.А. Черников. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. – 240 с.

14. Афоничев Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.Н. Афоничев,

С.Н. Пиляев, И.И. Аксенов. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2015. – 140 с. – <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b107291.pdf>.

15. Афоничев Д.Н. Основы научных исследований в электроэнергетик / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. – 204 с.

16. Афоничев Д.Н. Особенности информационных систем контроля и управления / Д.Н. Афоничев, В.В. Тихонов, Н.Ю. Хромых // Наука вчера, сегодня, завтра: матер. научно-практич. конф. / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2016. – С. 84–88.

17. Афоничев Д.Н. Совершенствование организации технического сервиса в сельском хозяйстве / Д.Н. Афоничев, Е.В. Кондрашова, И.И. Аксенов // Лесотехнический журнал. – 2014. – № 3. – С. 230–236.

18. Серебрянский А.И. Повышение износостойкости шарнирных соединений манипуляторов при ремонте / А.И. Серебрянский, Д.Н. Афоничев, А.В. Ворохобин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2. – С. 107–111.

19. Управление вибронагруженностью двигателя самоходной машины / Д.Н. Афоничев, И.И. Аксенов, В.В. Остриков, С.Н. Сазонов // Наука вчера, сегодня, завтра: матер. научно-практич. конф. / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2016. – С. 70–76.

20. Информационные технологии. Лабораторный практикум для студентов направления подготовки бакалавра 35.03.06 «Агроинженерия», профиль «Электрооборудование и электротехнологии в АПК» / Д.Н. Афоничев, Т.В. Скворцова, Е.В. Кондрашова, С.Н. Пиляев. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. – 160 с.

УДК 621.311

Филонов С.А., Молчанов С.Г.

РЕГУЛИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ НАГРУЗКИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. Рассмотрено влияние статических характеристик электроприемников на потребляемую мощность. Предложено представлять нагрузку в сети 10 кВ в виде статических характеристик по напряжению, чтобы учитывать при расчете электрических сетей регулирующий эффект нагрузки и оценивать его влияние на потери мощности в электрической сети.

Ключевые слова: статические характеристики, регулирующий эффект нагрузки, потери мощности.

Abstract. The influence of the static characteristics of consumers on power consumption. Invited to present a load in the 10 kV network in the form of the static characteristics of the voltage to be considered in the calculation of electrical networks regulating the load effect and to assess its impact on power losses in electric networks
Keywords: static characteristics regulating effect of load, loss of power

Для повышения точности расчетов режимов электрических сетей необходимо учитывать статические характеристики электроприемников. Под этими характеристиками понимают зависимости потребляемой активной мощности P и реактивной мощности Q от напряжения и частоты тока электрической сети. При относительно медленном изменении напряжения и частоты тока сети эти характеристики будут иметь вид:

$$P=F_1(U, f),\ Q= F_1(U, f). \qquad (1)$$

Зависимости (1) определяются характером отдельных электроприемников и режимом сетей 380/220 В, или совокупной нагрузкой для сетей более высокого напряжения. Например, для ламп накаливания, бойлеров и электрических обогревателей потребляемая активная мощность пропорциональна напряжению в степени 1,6, а для асинхронных двигателей активная мощность пропорциональна квадрату потребляемого напряжения[1].

Однако, нельзя считать вопрос о статических характеристиках отдельных электроприемников полностью решенным. В частности, потребление электроэнергии асинхронными двигателями может по-разному зависить от приложенного напряжения, для различных видов механической характеристики электропривода (вентиляторная, лифтовая и др.). Задача усложняется при определении статических характеристик узлов нагрузки. Например, на шинах трансформаторных подстанций, где необходимо учитывать влияние множества разнохарактерных потребителей [2].

При расчетах режимов электроэнергетических систем статические характеристики по напряжению чаще всего аппроксимируют полиномами вида:

$$P(U) = (a_P + b_P \frac{U}{U_{ном}} + c_P (\frac{U}{U_{ном}})^2 + ...)P_{ном};$$
$$Q(U) = (a_Q + b_Q \frac{U}{U_{ном}} + c_Q (\frac{U}{U_{ном}})^2 + ...)Q_{ном}, \qquad (2)$$

где a_P, b_P, c_P…, a_Q, b_Q, c_Q…параметры аппроксимирующей функции;

U, $U_{НОМ}$ – действительное и номинальное напряжения;

P, $P_{НОМ}$, Q, $Q_{НОМ}$ – действительная и номинальная активная и реактивная мощности [3].

Для типовых статических характеристик нагрузки обычно учитывают три члена полинома. Коэффициенты при них получают экспериментально-расчетным путем для какого-то фиксированного состава нагрузки.

В реальной энергосистеме, при нормальных условиях эксплуатации, активная и реактивная мощности в узлах имеют вероятностный характер изменения из-за множества случайных факторов. Эти факторы проявляются в отклонении параметров схемы и режима энергосистемы от заданных режимов [4,6]. Поэтому разрабатывают методы математического моделирования статических характеристик нагрузок на основе вероятностного анализа параметров режима энергосистемы [5].

Зависимость потребляемой мощности электроприемников от напряжения электрической сети приводит к возникновению регулирующего эффекта нагрузки. Его суть заключается в том, что напряжение на нагрузке снижается в меньшей степени, чем на источнике. Уменьшение потребляемой активной и реактивной мощностей приводит к снижению потерь мощности и напряжения в элементах электрической сети при уменьшении напряжения этой сети.

При малых отклонениях напряжения электрической сети ΔU и частоты тока Δf от установившегося режима, изменение потребляемой мощности нагрузки можно представить такими выражениями:

$$\Delta P = \frac{\delta P}{\delta U}\Delta U + \frac{\delta P}{\delta f}\Delta f;$$
$$\Delta Q = \frac{\delta Q}{\delta U}\Delta U + \frac{\delta Q}{\delta f}\Delta f. \qquad (3)$$

Коэффициенты $\frac{\delta P}{\delta U}$, $\frac{\delta P}{\delta f}, \frac{\delta Q}{\delta U}, \frac{\delta Q}{\delta f}$ называют регулирующими эффектами, и они характеризуют степень зависимости изменения активной и реактивной мощности от отклонений питающего напряжения электрической сети и частоты тока.

При расчетах установившихся режимов энергосистем, для более полного учета, узлы нагрузки задают статическими характеристиками. В настоящее время продолжаются исследования направленные на уточнение этих характеристик. Однако, аналогичных исследований для распределительных сетей напряжением ниже 110 кВ, особенно для электрических сетей сельскохозяйственного назначения 10 кВ, известно мало. Поэтому, мы считаем актуальной постановку задачи разработки математической модели установившегося режима сети 10 кВ с учетом статических характеристик по напряжению нагрузочных узлов. Так же

необходимо оценить влияние регулирующего эффекта на потери мощности в электрической сети.

Если считать трансформаторную подстанцию 10/0,4 кВ узлом нагрузки, то зависимость мощности потребляемой этим нагрузочным узлом в максимальном режиме, от подведенного напряжения, можно представить такими выражениями:

$$P_{ПОТР} = P_{НОМ}(\frac{U}{U_{НОМ}})^{SP};$$
$$Q_{ПОТР} = Q_{НОМ}(\frac{U}{U_{НОМ}})^{SQ}, \quad (4)$$

где U и $U_{НОМ}$ – действительное и номинальное напряжение в данном нагрузочном узле;

SP, SQ – показатели, характеризующие степень зависимости потребляемой активной и реактивной мощности от относительного изменения питающего напряжения электрической сети.

Статические характеристики активной и реактивной нагрузки, предложенные в виде (4), позволяют в широких пределах варьировать степень зависимости потребляемой мощности от напряжения электрической сети независимо от состава и характера электроприемников.

Представление нагрузки в сети 10 кВ в виде статических характеристик по напряжению, позволит повысить точность расчетов таких важных параметров, как потери напряжения и технические потери мощности. Степень влияния регулирующего эффекта нагрузки на режим сети, будет зависеть от конфигурации электрической сети, от значения и характера нагрузки на каждой трансформаторной подстанции.

Список литературы

1. Электрические системы и электрические сети: Учеб. для электроэнерг. спец. вузов / В.А Веников и др. / Под ред. В.А. Веникова, В.А Строева. – М.: Высшая школа, 1998

2. Маркушевич Н.С. Регулирование напряжения и экономия электроэнергии / Н.С. Маркушевич. – М.: Энергоатомиздат, 1984

3. Гуков П.О. Моделирование регулирующего эффекта нагрузки в электрической сети 10 кВ/ П.О. Гуков, С.А. Филонов, Р.М. Панов// Техника в сельском хозяйстве. – 2007. - №4. – С. 14-17

4. Афоничев Д.Н. Основы научных исследований в электроэнергетике / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. – 204 с.

5. Гуков П.О. Моделирование статических характеристик по напряжению асинхронной нагрузки/ П.О. Гуков, С.А. Филонов, М.Ю.

Еремин// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. - №12. – с. 25-26

6. Афоничев Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев, И.И. Аксенов. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2015. – 140 с. – <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b107291.pdf>.

УДК 697.912

Зайцев А.С, Шамаров М.В.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОНДИЦИОНЕР: СОСТАВ И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

Аннотация. В статье приводится обзор составных частей – блоков, входящих в состав современного блочного центрального кондиционера

Ключевые слова: центральный кондиционер, функциональные блоки-секции.

Abstract. The article provides an overview of components – blocks, included in the modern block of the Central air

Keywords: Central air conditioning, functional blocks section.

Кондиционирование воздуха — есть комплекс способов, средств и устройств, обеспечивающих в помещении с заданной степенью точности [2] требуемые условия воздушной среды. К таким условиям относятся температура, относительная влажность, подвижность, газовый состав, чистота и пр. вне зависимости от воздействия на воздушную среду внешних и внутренних нарушающих факторов. Центральные кондиционеры – неавтономные кондиционеры, снабжаемые извне холодом [3]. (посредством подвода охлаждённой воды или иного теплоносителя), тепловой энергией (подводом воды высокой температуры либо пара), а также электроэнергией для обеспечения работы вентиляторов, насосов, запорно-регулирующей арматуры на воздушных и жидкостных коммуникациях, систем автоматики и управления. Центральные кондиционеры применяются для обеспечения комфортного и технологического кондиционирования одного помещения большого объёма или нескольких помещений. Центральные кондиционеры по схеме обработки воздуха и подачи его в помещения подразделяются на прямоточные и рециркуляционные: первые обрабатывают и подают в помещение исключительно наружный воздух, вторые – смесь наружного и рециркуляционного воздуха (воздуха из обрабатываемого помещения, уже прошедшего обработку).

Кондиционер с теплоутилизацией – вид прямоточного центрального кондиционера, оборудованного теплоутилизатором, в котором нет смешивания потоков наружного (обработанного) и рециркуляционного воздуха, а передача теплоты от удаляемого воздуха к наружному происходит в специальном теплообменнике. Использование теплоутилизации и рециркуляции позволяет ощутимо сократить затраты энергии, расходуемой на обработку воздуха как в тёплое, так и в холодное время года [4]. Прямоточную схему центрального кондиционирования применяют в том случае, если рециркуляция недопустима в связи с технологическими требованиями обслуживаемого помещения.

Конструктивно центральный кондиционера состоит из отдельных , герметично соединённых типовых блоков (секций). Корпус выполняется на основе каркаса из алюминиевых профилей, с прикреплёнными съёмными панелями для доступа к агрегатам [1]. Панели состоят из двух оцинкованных листов (наружного и внутреннего), с расположенной между ними теплоизоляционной прокладкой.

Основные секции, используемые при компоновке центрального кондиционера: вентиляторная секция, секция охлаждения, секция нагрева, секция увлажнения, секция фильтрации, секция шумоглушения, секция теплоутилизации.

Выбор той или иной компоновки центрального кондиционера обусловлен прежде всего назначением и режимом использования обслуживаемого помещения.

Типовые схемы компоновки центральных кондиционеров:

- Приточная камера прямоточная

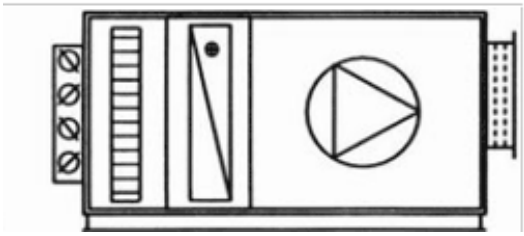


Рисунок 1 - Схема приточной прямоточной камеры

- Кондиционер с рециркуляцией, воздухоохладителем и сотовым увлажнительным блоком

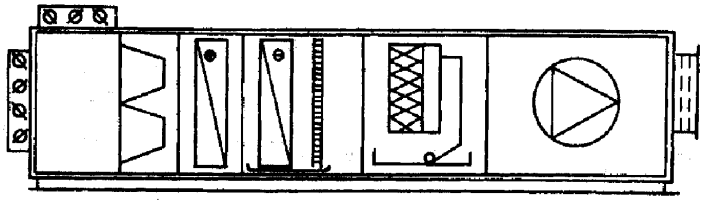


Рисунок 2 - Схема кондиционера с рециркуляцией

- Приточно- вытяжная установка с теплоутилизацией на теплообменниках с промежуточным теплоносителем

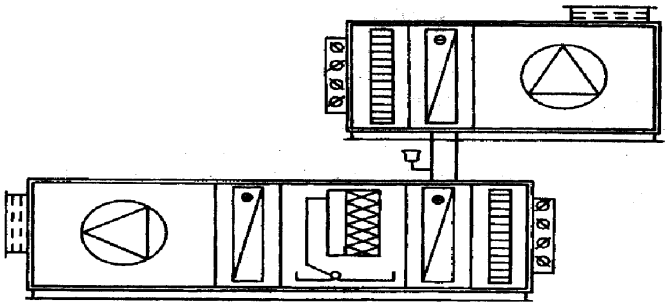


Рисунок 3 - Схема приточно-вытяжной установки

Наряду с существенными преимуществами, связанными с возможностью эффективного поддержания заданной температуры, влажности и подвижности воздуха в помещениях большого объема, центральные кондиционеры вместе с тем имеют и некоторые недостатки, основными из которых являются необходимость проведения сложных монтажно-строительных работ, прокладка по зданию протяженных коммуникаций (воздуховодов и трубопроводов).

Использование в центральном кондиционере рециркуляции и теплоутилизации позволяет существенно сократить затраты тепловой энергии на кондиционирование помещения.

Центральное кондиционирование наиболее подходит для крупных общественных зданий: деловых центров, государственных учреждений, спортивных сооружений, а также для крупных складских помещений. В долгосрочной перспективе секционные центральные кондиционеры более выгодны и экономичны, нежели местные системы кондиционирования. К тому же центральные кондиционеры, в отличие от сплит – систем, устанавливаются в специализированных помещениях и не портят внешний вид зданий. С экологической точки зрения центральные кондиционеры также выгодно отличаются от прочих систем, так как в основном используют в качестве тепло и холодоносителя воду, что позволяет снизить риск утечки вредных веществ в окружающую среду. Системы центрального кондиционирования также обладают большей надёжностью в сравнении как со сплит-системами (автономными кондиционерами), так и с VRF системами (Variable Refrigerant Flue – системы кондиционирования с переменным расходом хладагента), что немаловажно для помещений, где необходимо поддерживать относительно постоянную температуру, чистоту и влажность воздуха(серверные помещения, торговые центра, административные здания и крупные офисы). Для определения точных марок и моделей оборудования

центрального кондиционирования необходимо отталкиваться от нормативного документа «Свод правил 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», утверждённого приказом Министерства регионального развития РФ от 30 июля 2012 г.

Список литературы

1. Гримитлин А. М., Иванов О. П., Пукхал В. А. Насосы, вентиляторы, компрессоры в инженерном оборудовании зданий. Учебное пособие. СПб.: Изд. «АВОК Северо - Запад», 2006. – 210 с., ил.
2. Косачев В.С., Зайцев А.С., Гладков А.С., Истомин В.С. Решение дифференциального уравнения гидродинамики отжима //Альманах мировой науки. 2016.№ 11-1(14). С.99-100.
3. Росляков Е.М., Коченков Н. В., Золотухин И.В. Насосы. Вентиляторы. Кондиционеры: Справочник. СПб.: Политехника, 2006 – 822с.: ил.
4. Щекин Р.В., Кореневский С. М. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Киев, «Будівельник», 1976 – 352с.: ил.

УДК 691.54

Галкин Ю. Ю., Удодов С. А.

СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ СЖАТИЯ И ИЗОЛЯЦИИ ПОВЕРХНОСТИ НА РАННИХ ЭТАПАХ ТВЕРДЕНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В работе изучалось влияние раннего нагружения цементных композитов в течение первых пяти суток их твердения. В качестве дополнительного фактора рассматривалось применение изоляции при сжатии, ее вклад при анализе содержания связанной воды в структуре цементного камня. Получены кривые деформаций, потери масс при высыхании, прочностные характеристики и данные термических методов анализа для нагруженных и контрольных образцов. Сделаны выводы об эффективности совмещения изоляции и раннего нагружения в технологии бетона и железобетона.

Ключевые слова: цементный камень, изоляция, раннее нагружение, связанная вода, прочность

Abstract. The paper studied the effect of early loading of cement composites during the first five days of hardening. An additional factor was considered the use of isolation in compression, its contribution in the analysis of the content of bound water in the structure of cement stone. It was obtained curves of the deformation, loss of mass during drying, strength characteristics and data of thermal analysis techniques for loaded and control samples. Also it was concluded on the possibility of combining the isolation and early loading in concrete and reinforced concrete technology.

Keywords: cement stone, isolation, early uploading, bound water, strength

Улучшение эксплуатационных качеств возводимых строительных конструкций за счет достижения синергетического эффекта от применяемых технологических методов является актуальной задачей бетоноведения. Например, объединение вибрации и давления позволяет получить дополнительные преимущества при формовании изделий (технология вибропрессования, виброэкструзии), а направленный синтез полимеров и их комбинация привели к появлению суперпластификаторов нового поколения, обеспечивающих ранний набор прочности бетоном при изначально высокой текучести смеси, укладываемой в опалубку. И таких примеров множество.

Предотвращение удаления воды из свежеуложенного бетона, особенно в условиях сухого и жаркого климата, способствуют снижению влажностной усадки и связанных с ней деформаций. При этом снижается капиллярная пористость и дефектность структуры за счет обеспечения гидратации и снижения риска возникновения избыточных влажностных градиентов. Такие мероприятия включают в себя обработку конструкций специальными пленкообразующими составами по уходу, предохранение их с помощью специальных защитных материалов.

Приложение к твердеющей цементной системе силовых воздействий в раннем возрасте (до достижения проектного класса прочности) может оказывать положительное влияние на свойства композитов, о чем упоминается в работах Л. П. Макаренко и Е. М. Бабича [1], А. В. Саталкина [6], И. М. Безгодова и А. А. Адрианова [3], А. Х. Байбурина [2] и др. Метод позволяет ускорить темпы возведения строительных конструкций, получая при этом высокий технико-экономический эффект.

Цель работы заключалась в изучении влияния ранней передачи нагрузки на цементный камень, поверхность которого была изолирована от влагопотерь.

В качестве вяжущего использовался портландцемент Цем I 42,5 Н ГОСТ 31108 завода «Верхнебаканский» (табл. 1) с НГ=26,2%, $S_{уд}$= 3,65 $м^2/кг$.

Таблица 1. Характеристика применяемого цемента

Химический состав, %									Содержание минералов,%			
SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	R_2O	TiO_2	п.п.п.	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF
21	4,36	4,16	64,7	0,46	3	0,62	-	1,14	62,5	17	3,5	13,5

Из цементного теста с водоцементным отношением 0,28 формовались призмы, которые загружались в дальнейшем сжимающей

статической нагрузкой $F=0,3F_{разр}$ при помощи гидравлического пресса. Возраст к моменту передачи усилия составлял для разных образцов от 1 до 5 суток. Продолжительность выдерживания при постоянной нагрузке – 7 суток.

Сравнение проводилось между изолированными и неизолированными образцами, находящимися как в условиях сжатия, так и при его отсутствии (они выбирались в качестве контрольных). Исследовались относительные деформации образцов (рис.1), изменение прочности по истечении периода наблюдений, а также потеря массы при высыхании и термическом анализе.

Анализируя графики, видно, что относительные деформации изолированных образцов меньше, что согласуется с данными работ [5,7,9 и др.]. Приложение сжимающей нагрузки при варьировании возраста к моменту нагружения от 1 до 5 суток приводит к различным величинам

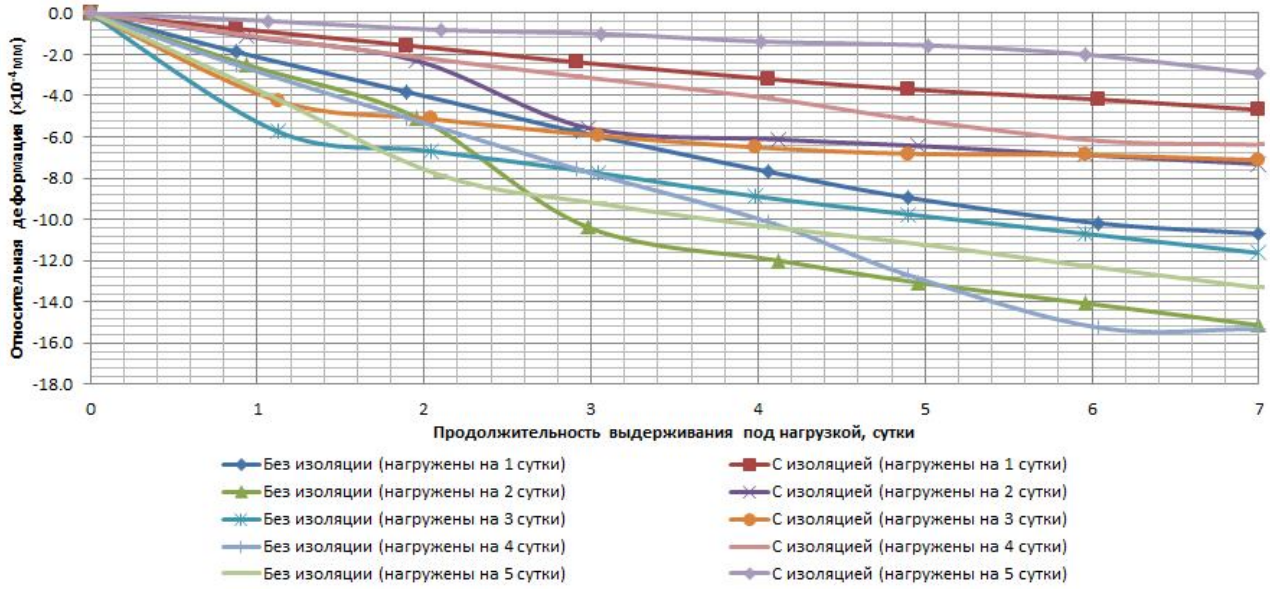


Рисунок 1 - Относительные деформации образцов в рассматриваемом периоде нагружения 7 суток при различных условиях эксперимента

деформаций, причем не прослеживается зависимость от возраста. Отсутствие этой закономерности может быть обусловлено наложением деформаций, вызванных влажностной и контракционной усадкой в неизолированных образцах. Изоляция обеспечивает также стабильную величину потери массы. В подтверждение этому исследовались потери влаги при высыхании образцов под нагрузкой (рис. 2). Размер образцов – призм 40×40×160см, вес в каждой серии составлял 560± 5г.

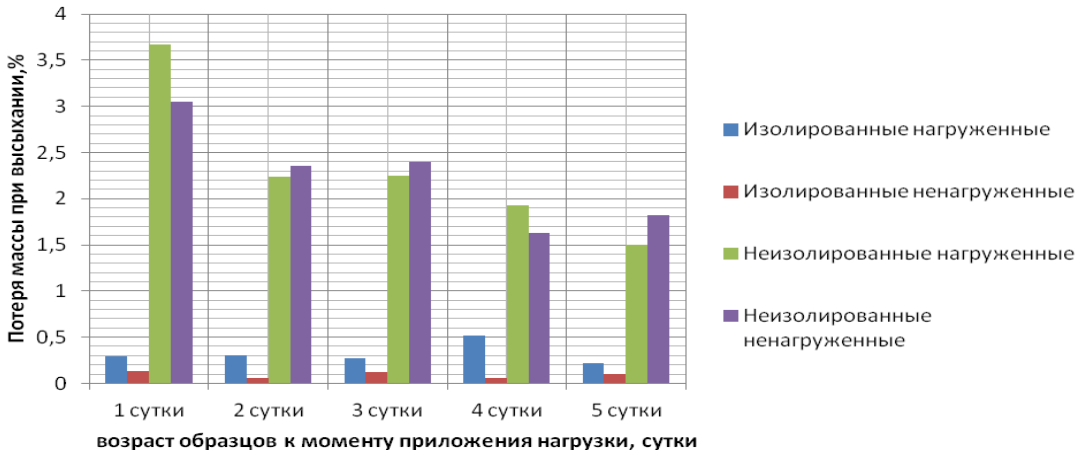


Рисунок 2 - Потеря влаги при высыхании образцов в условиях 7-суточного выдерживания под нагрузкой

Из графиков (рис.2) можно отметить незначительную потерю воды в изолированных образцах в сравнении с неизолированными. Чем в более позднем возрасте проводилось нагружение неизолированных образцов, тем меньшее количество влаги терялось образцами, что, возможно, связано с повышением степени гидратации и связыванием воды цементными частицами, а также частичной потерей влаги до момента нагружения.

Нагрузка увеличивает потерю массы, что подтверждается данными дифференциально-термического анализа на дериватографе Netzsch STA 409 (рис. 3). Эндоэффект при 100-110^{0}С на дифференциально-сканирующей кривой соответствует удалению слабосвязанной воды, количество которой (по данным термогравиметрического анализа) в ненагруженном образце выше на 0,96%.

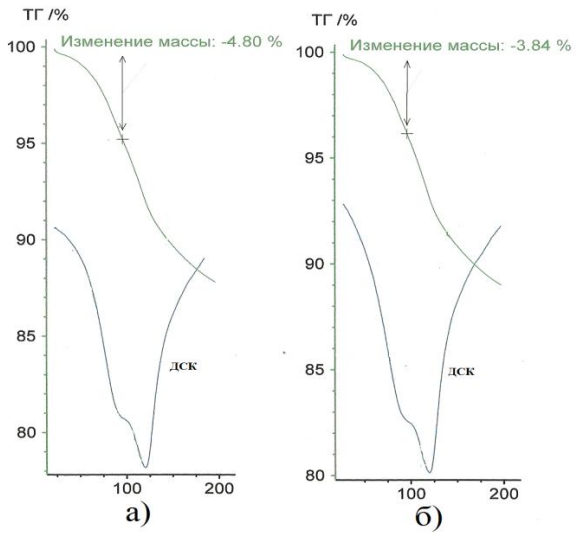


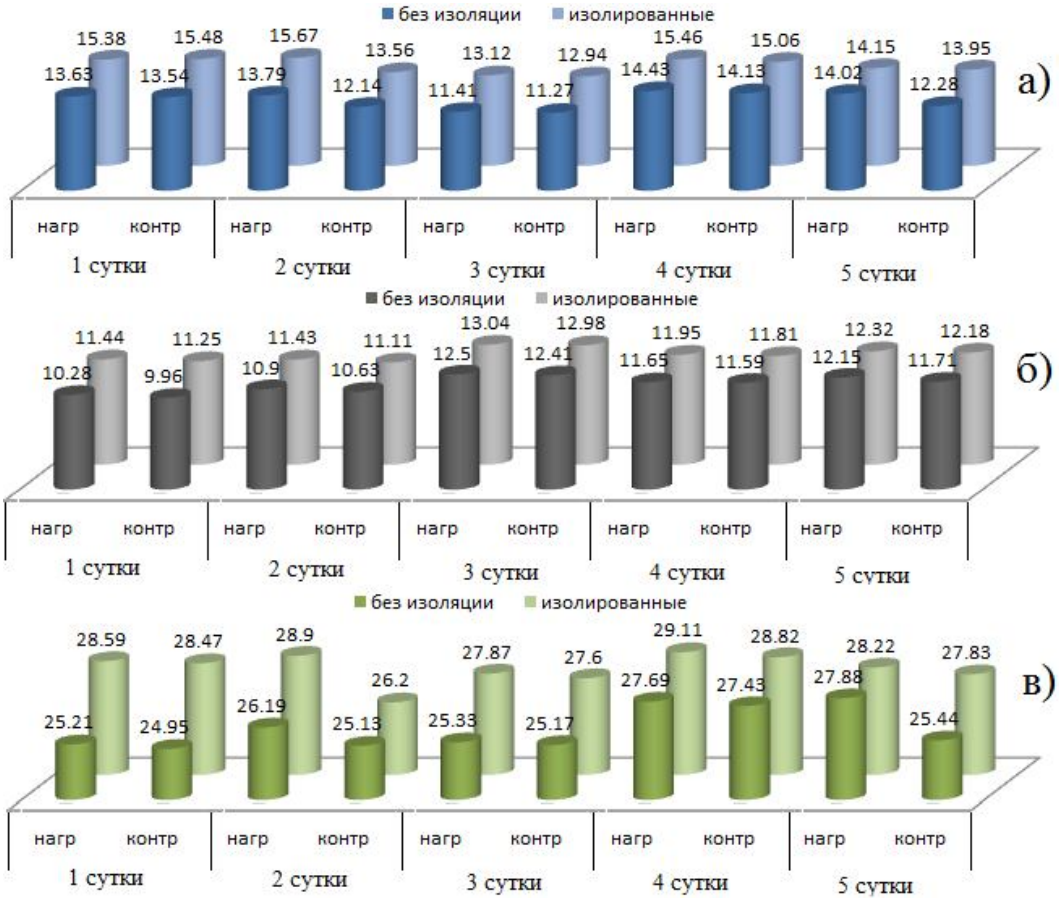
Рисунок 3 - Кривые ДТА и ТГА при загружении в возрасте 1 суток (а - контрольный образец; б-нагруженный образец)

Сжатие изолированных образцов в сравнении с таковыми без нагрузки приводит к увеличению потери массы. В условиях изоляции твердеющей цементной системы и практически нулевых потерь массы (0,06-0,13 %) силовое воздействие вызывает прирост этой величины. В связи с этим можно предположить более глубокое связывание воды цементными гидратами, ее переход от свободной формы к более устойчивой, которая не теряется при простом высыхании, но удаляется при повышении температуры (до 100^0С), получив в таком случае большее, чем в ненагруженных образцах, количество связанной воды.

Для уточнения вышесказанного изучалась потеря массы при двухстадийном термическом анализе:

- сушке при 105 ± 3^0С в течение 3х суток;
- прокаливании навесок при 900 ± 2^0С в течение 24 часов.

Изменение физически - и химически-связанной воды, а также ее общее количество для цементных образцов при увеличении возраста к моменту загружения приведено на рис. 4.



а – потеря массы до 100^0С; б – то же при 900^0С; в - общее количество воды

Рисунок 4 - Количество связанной воды (%) в цементных образцах при изменении факторов возраста и изоляции

При анализе полученных данных установлено, что изоляция влияет только на численную характеристику потерь, уменьшая их благодаря ограничению влагопотерь. В целом наблюдается тенденция увеличения содержания воды в нагруженных образцах.

Увеличение влажности нагруженных образцов (а именно потерь при сушке и прокаливании), а также схожее с ней набухание, отмечаемое в работе [4], может быть вызвано переходом свободной воды в адсорбционно-связанную и химически связанную формы. Ползучесть имеет различную интенсивность при свободном обмене с окружающей средой и при ограничении влагопотерь [8]. Это обстоятельство в совокупности с одновременно протекающими деформациями (контракционной и влажностной усадки) может в какой-то степени обуславливать вид графиков на рис. 1.

Изменение прочности при раннем нагружении цементных балочек и их выдерживании оценивалось по двум критериям:

- прочность изолированных образцов при воздействии нагрузки и без нее;
- влияние изоляции на прочность образцов, находящихся под действием напряжений.

На рисунке 5 приведены данные о влиянии сжатия на прочность балочек в условиях ограничения влагообмена. На рисунке 6 представлено влияние изоляции на образцы, находящиеся под нагрузкой.

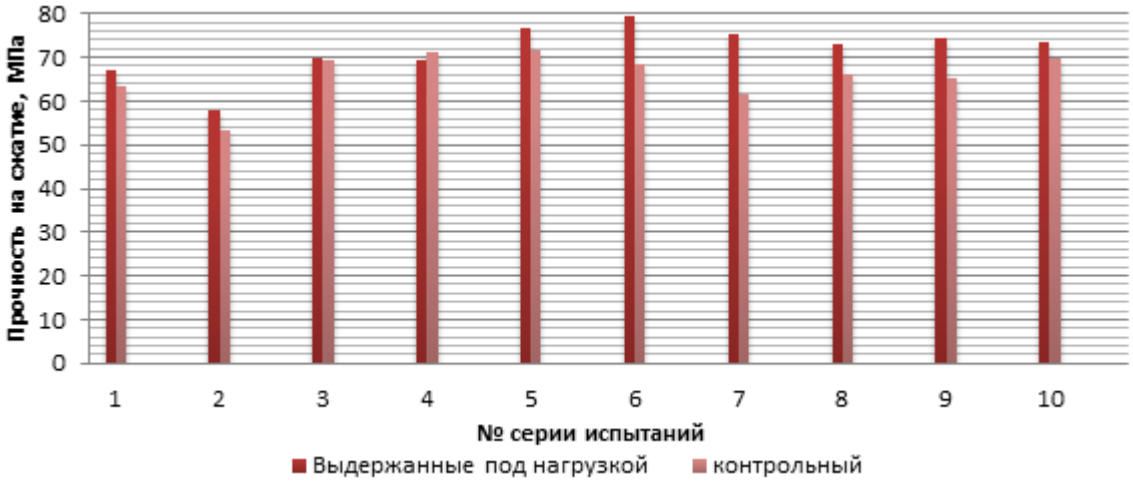


Рисунок 5 - Изменение прочности на сжатие нагруженных и контрольных образцов с учетом изоляции их поверхности (на рисунке серии 1 и 2 –для балочек, нагруженных на 1 сутки, 3 и 4 –на 2 сутки, 5 и 6 – на 3 сутки, 7 и 8 – на 4 сутки, 9 и 10 – на 5 сутки);

Как видно из полученных данных, нагружение цементного камня в изолированном состоянии ведет к некоторому росту его прочности, что может быть использовано при монолитном производстве работ для

ускорения набора прочности и повышения темпов строительно-монтажных работ. Однако если одни из находящихся под нагрузкой балочек изолировать, а другие оставить с открытой поверхностью, то в результате прочность их будет сопоставимой (рис. 6).



Рисунок 6 - Изменение прочности на сжатие нагруженных и контрольных образцов с учетом изоляции поверхности (образцы, находящиеся под нагрузкой)

Из графиков следует, что изоляция поверхности и уменьшение влагопотери ведет к ожидаемому сохранению влаги в цементном камне, за счет чего увеличивается влажность самих образцов.

В результате проведения исследования силовое воздействие в сочетании с изоляцией дало синергетический эффект – количество связанной воды оказалось наибольшим в пробах, цементный камень в которых был изолирован и твердел в условиях сжатия. При этом прочностные характеристики не только не снизились, но и ряде опытов был отмечен их рост в большинстве образцов.

Необходимо предусматривать меры по изоляции поверхности, что обеспечит снижение усадочных напряжений, а также позволит прикладывать нагрузку в более ранние сроки твердения бетона конструкций. В условиях сжатия наряду с уменьшением влагообмена повышается степень гидратации, что обеспечит дополнительные преимущества при раннем нагружении. Углубление исследований в этом направлении позволит снизить возможные негативные последствия при досрочной передаче усилий на бетон, избежать значительных влажностных градиентов, повышая эксплуатационные качества возводимых железобетонных конструкций.

Список литературы

1. Бабич Е.М. , Макаренко Л.П. Прочность бетона, твердеющего при трехосном сжатии // Бетон и железобетон. – 1966. - №7.С. 29-30.

2. Байбурин А.Х. Технология ускоренного возведения монолитных конструкций в зимних условиях // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2009. - №2. – С.72-73.
3. Безгодов И.М., Андрианов А.А. Влияние длительного загружения на физико-механические характеристики высокопрочного керамзитобетона // Технологии бетонов. – 2008. - №8. С.54-56.
4. Косолапов А.В. Формирование структуры цементного камня в бетоне при кратковременном обжатии // Известия вузов. Строительство и архитектура, 1976. - №3. – С. 98-103.
5. Несветаев Г.В. Бетоны. – Ростов-н/Д: Феникс, 2011. – 384 с.
6. Саталкин А.В., Сенченко Б.А. Раннее загружение бетона и железобетона в мостостроении. – М: Автотрансиздат. 1956.
7. Цилосани З.Н.,Кизирия Г.В., Панцхава С.А., Абашидзе З.С. Влияние переменной влажности среды и нагрузки на длительные деформации бетона. – Тбилиси: Мецниереба, 1988. – 101с.
8. Цилосани З.Н. Усадка и ползучесть бетона. – Тбилиси: Мецниереба, 1979. 231с.
9. Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов. – М.: Стройиздат, 1979. - 344с.

УДК 621.928.6/.8:631.362

Козлова Е.В., Костенко Л.И., Заболотная А.А.

ВИДЫ ЛИНЕЙНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ФОРМЫ ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫХ ИМИ ДВИЖЕНИЙ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрены Виды линейных асинхронных двигателей и формы осуществляемых ими движений.

Ключевые слова: двигатель, электромагнитное поле, форма, движение.

Abstract. The article describes the Types of linear induction motors and form of their ongoing movements.

Keywords: engine, electromagnetic field, form, movement.

Линейные асинхронные машины являются разновидностью электрических машин, использующих принцип бегущего электромагнитного поля.

Специфика конструкций линейных асинхронных двигателей и их органическое объединение с производственными машинами привело к тому, что в технической литературе нет твердо установившейся

терминологии в отношении наименования отдельных частей двигателя. Так, например, одинаковый смысл вкладывается в понятия: статор, первичный элемент, индуктор; равно для вторичной цепи: ротор, бегун, вторичный контур, якорь, вторичный элемент, реактивная полоса и т.п. В данной работе часть двигателя, получающая энергию из сети, называется индуктором, а часть, получающая энергию посредством электромагнитного поля называется вторичным элементом.

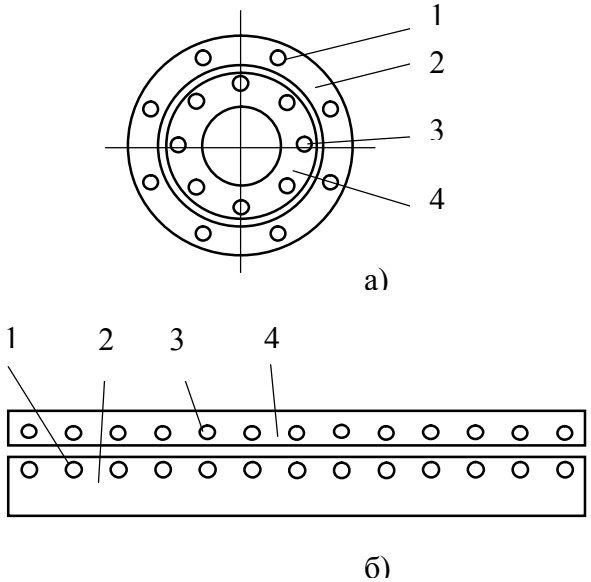
Для образования бегущего электромагнитного поля достаточно, чтобы в близлежащих катушечных группах обмотки протекали электрические токи, сдвинутые по фазе па определенны угол, не равный нулю, 180°, 360°. Наилучшие условия образования бегущего электромагнитного поля получаются при использовании m1 - фазной обмотки, когда m1 - целое число.

Если угол сдвига α фаз токов в активных сторонах двух соседних катушечных групп имеет постоянное значение, то он определяется из выражения [12]

$$\alpha=360/2m1 \qquad (1)$$

Линейные асинхронные машины по конструктивным признакам и особенности физических процессов подразделяются на машины с поперечным и аксиальным магнитным потоком.

Машину с поперечным магнитным потоком представляют как разрезанную по образующей и развернутую в плоскость обычную асинхронную машину вращательного движения (рис. 1).

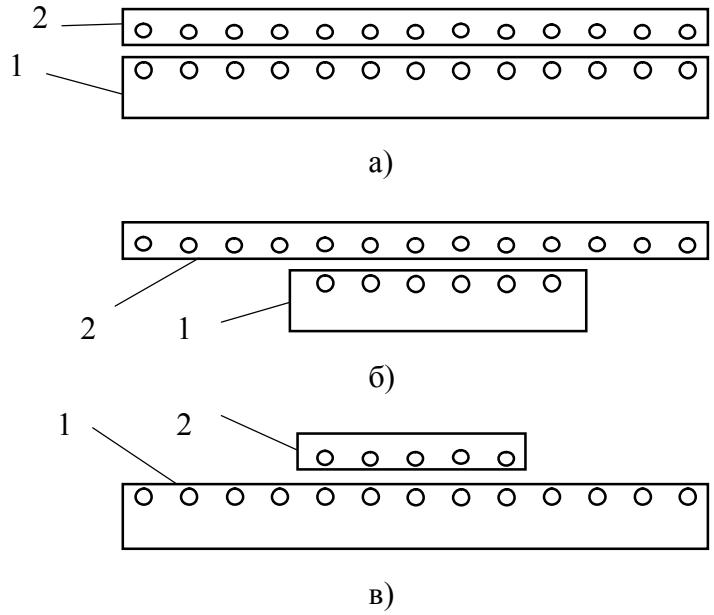


1,3-обмотка индуктора и ротора; 1,4 –железо индуктора и ротора;

Рисунок 1 - Асинхронные двигатели вращательного (а) и поступательного (б) движения.

Вращающееся магнитное поле преобразуется, таким образом, в поле, перемещающееся по прямой линии и способное сообщать ускорение короткозамкнутому вторичному элементу. Возможности применения линейного асинхронного двигателя, являющегося результатом мысленного развертывания обычного асинхронного двигателя, очень ограничены, так как при движении вторичного элемента в какую-либо сторону все большие участки статора становятся пассивными при потере электромагнитной связи с вторичным элементом, но потребляют энергию из сети (рис. 2,а).

Если требуется, чтобы движение происходило на значительном протяжении и не вызывало излишней затраты мощности, то необходимо увеличивать длину вторичного элемента. В некоторых случаях целесообразно, чтобы длина вторичного элемента была меньше длины статора.



а - индуктор и вторичный элемент одинаковой длинны; б - с коротким индуктором; в - с коротким вторичным элементом.

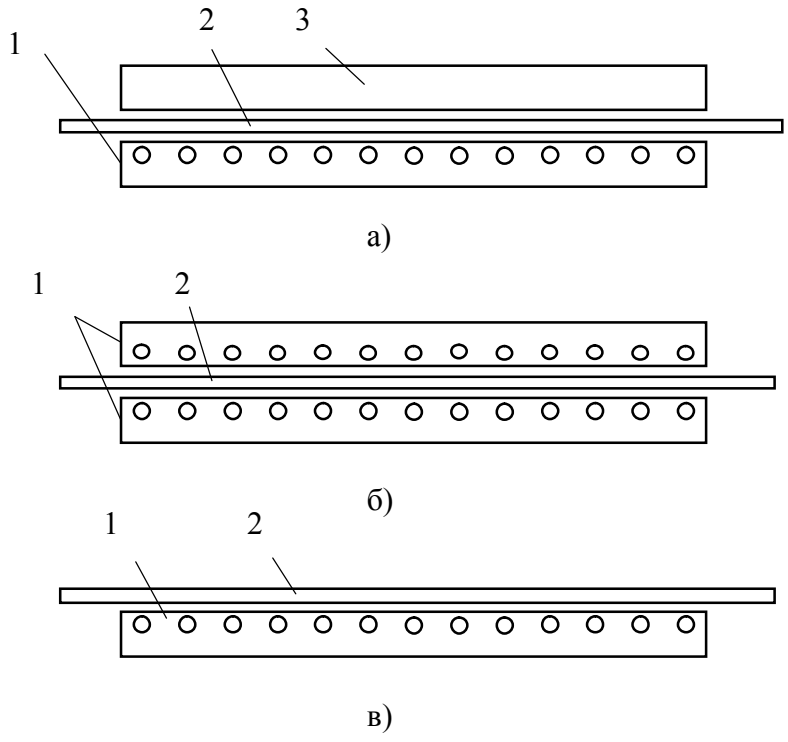
Рисунок 2 - Линейные асинхронные машины с различными относительными размерами индуктора (1) и вторичного элемента (2):

В связи с упомянутыми признаками линейные асинхронные машины подразделяются на два больших класса: машины с коротким индуктором и машины с коротким вторичным элементом. Примеры этих разновидностей показаны соответственно на рисунке 2.б и в. Возможны варианты с секционированным индуктором и возбуждением лишь секций, которые в данный момент находятся в работе.

Рабочие характеристики, к.п.д. и стоимость линейной асинхронной машины определяются конструкциями индуктора и вторичного элемента.

Типы статоров плоских линейных асинхронных машин приведены на рисунке 3. Машина с электрически односторонним статором представлена на рисунке 3,а. [1-7]

Одна сторона такого статора (рис. 3а) не имеет обмотки и служит лишь для замыкания магнитной цепи. Более сильный магнитный поток через вторичный элемент может быть создан в электрически двусторонней машине (рис. 3.б), содержащей две обмотки. Линейные машины с одним статором, аналогичные представленной на рис. 3.в, относят к электрически и магнитно-односторонним машинам.

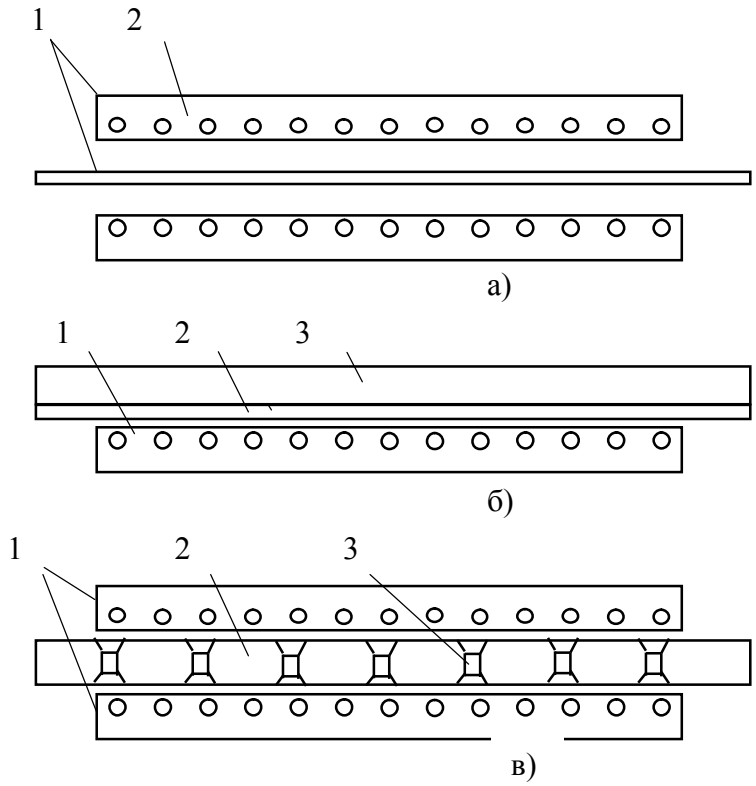


а - магнитно-двусторонний двигатель с односторонним индуктором ; б - двигатель с двусторонним индуктором; в - электрически и магнитно-односторонний двигатель; 1 - индуктор; 2 - вторичный элемент; 3 - ферромагнитный сердечник.

Рисунок 3 - Разновидности линейных асинхронных двигателей с листовым вторичным элементом

Во многих случаях невозможно изготовить вторичные элементы с пазами для обмотки по типу обычных асинхронных машин с беличьей клеткой. При этом находят применение более простые решения (рис. 4). Наиболее простую конструкцию имеет вторичный элемент в виде листа из меди, алюминия или ферромагнитной стали (рис. 4.а). Применение медного или алюминиевого листа в ряде случаев не позволяет получить хорошие к.п.д. и тяговые характеристики двигателя. Составные вторичные элементы из листов проводникового и ферромагнитного материала (рис. 4.б) или в виде проводящих листов, прошитых стальными заклепками (рис. 4.в), могут улучшить прохождение магнитного потока и

характеристики машины. Вторичные элементы в виде стального листа обеспечивают хорошие пусковые характеристики двигателя вследствие локализации токов в поверхностном слое листа. [8-9]



а - листовым из однородного проводникового или ферромагнитного материала;
б - составленным из листов проводникового и ферромагнитного материала;
в - листовым из проводникового материала и со стальными заклепками; 1 - статор; 2 - проводниковый материал вторичного элемента; 3- ферромагнитный лист;
4 - стальная заклейка.

Рисунок 4 - Линейные асинхронные двигатели с вторичным элементом

При взаимодействии магнитных полей токов индуктора, вторичного элемента и ферромагнитных материалов создаются различные по направлению и значению электромагнитные силы.

Кроме основной силы, совпадающей по направлению с бегущим магнитным полем, возникают силы, перпендикулярные к скорости бегущего поля. В ряде случаев дополнительные усилия сравнительно велики и влияют на работу машины. Листовой вторичный элемент из немагнитного проводящего материала при отклонении от нейтрального положения по ширине статора испытывает действие бортовых усилий, которые стремятся увеличить это отклонение, иными словами, вытолкнуть лист вбок. Такой вторичный элемент, помещенный между двумя индукторами с обмотками, создающими согласные потоки через лист, притягивается к близлежащему индуктору [10-12].

Если вторичный элемент без железа находится в магнитном поле одностороннего индуктора (рис. 3,а), то он испытывает не только воздействие продольных сил, но также и перпендикулярное его плоскости отталкивающее усилие. Под действием этого усилия вторичный элемент может устойчиво висеть над индуктором.

В обычных машинах вращательного движения, а также в плоских линейных асинхронных двигателях обмотки работают как бы только в пределах пазов. Лобовые части обмоток необходимы лишь для перетекания тока от одного полюса к другому, и если не считать, что они способствуют охлаждению, то получится, что они работают вхолостую, ухудшая к.п.д. и cosφ машины. В трубчатом двигателе обмотка статора принимает вид уложенных друг на друга в определенной последовательности цилиндрических катушек или непрерывных слоев провода, что резко упрощает ее изготовление. Вторичные токи протекают по кольцевидным контурам параллельно катушкам индуктора. Другое отличие трубчатого двигателя состоит в том, что магнитный поток, проходящий из одного полюса в другой должен пройти и продольном направлении внутри обмотки вторичного элемента. Поперечные электромагнитные силы взаимодействия индуктора и вторичного элемента трубчатого двигателя в значительной степени взаимно компенсируются, но полностью избавиться от их влияния все же не удается.

Прохождение магнитного потока двигателя в аксиальном направлении значительно улучшается при использовании центрального неподвижного ферромагнитного сердечника или вторичного элемента с железом. В отличие от машин с плоским магнитным потоком, для которых требуется, чтобы ток, пересекающий машину в одном направлении, пересекал ее и в другом, машины с осевым потоком могут работать с любым, в том числе и нецелым числом полюсов индуктора. Двигатель с аксиальным магнитным потоком может быть создан при использовании плоских статоров, если они обеспечивают создание магнитных потоков, которые входят встречно во вторичный элемент и проходят внутри его в продольном направлении.

Обмотки линейных асинхронных машин имеют те же схемы соединения, что и обычные двигатели. Схема соединения обмотки статора линейной асинхронной машины в ряде случаев оказывает существенное влияние на ее механические характеристики, к.п.д., коэффициент мощности, рациональное использование материалов в магнитных и электрических цепях. Как правило, бывает выгодно включать обмотки параллельно в машинах с коротким вторичным элементом и последовательно в машинах с коротким индуктором. При параллельном

включении магнитный поток вдоль машины практически постоянный, а токи на отдельных участках зависят от положения вторичного элемента и его скорости. Последовательное соединение обмотки дает одинаковые токи в катушках статора и равномерное распределение потерь мощности вдоль машины, но магнитный поток и потери в стали, распределяются неравномерно, если вторичный элемент не полностью перекрывает активную часть статора.

Линейные асинхронные машины могут иметь не только постоянное, но и переменное по длине полюсное деление обмотки. Поперечное сечение, конструкция, материал и сопротивление вторичного элемента могут изменяться по его длине. В качестве вторичного элемента линейной асинхронной машины могут быть использованы не только твердые вещества, но также электропроводящие жидкости и плазма. Если вторичный элемент жидкость или плазма, то рабочий зазор трубчатого двигателя может иметь форму цилиндра, конуса, гиперболоида и т.п.

При использовании линейной асинхронной машины в качестве преобразователя электрической энергии в механическую необходимо, чтобы одна часть машины (индуктор или вторичный элемент) была неподвижна. По этому признаку машины разделяются на машины с подвижным и неподвижным индуктором.

Разомкнутость магнитной системы линейных асинхронных машин приводит к тому, что индуктивности и взаимные индуктивности катушечных групп становятся различными и зависят от их расположения по длине статора. Ввиду этого при симметричной системе напряжении питания токи в фазах обмотки оказываются несимметричными. Появляются токи обратной последовательности, а при соединении обмотки в треугольник или в звезду с нулевым проводом возникают также токи нулевой последовательности. Наибольшие токи имеют место в тех фазах обмотки, катушечные группы которых расположены на концах статора. Эти фазы потребляют и наибольшую активную мощность. Средняя фаза потребляет наименьший ток и мощность. В некоторых случаях ее активная мощность может быть даже отрицательной. При движении вторичного элемента наибольшая мощность наблюдается в той фазе обмотки статора, катушечные группы которой находятся на входном конце. Все это приводит к искажению распределения магнитного поля по длине воздушного зазора индуктора и появлению пульсирующих магнитных полей. Возникновение пульсирующих магнитных полей в рабочем зазоре индуктора при равномерной линейной нагрузке получило название продольного краевого эффекта в первичной цепи.

Искажение картины магнитного поля при холостом ходе машины сохраняется и в рабочих режимах, ухудшая ее тяговые и энергетические

характеристики. Поэтому представляют практический интерес мероприятия по снижению пульсаций индукции в рабочем зазоре.

Установлено, что пульсации потока уменьшаются при увеличении числа полюсов машины, а также при выполнении обмотки статора двухслойной с укороченным шагом. В плоских линейных асинхронных машинах магнитные потоки, шунтирующие основной поток рабочего зазора, исходят из торцевых и боковых граней сердечника и спинки статора. Эффект шунтирования зависит также от типа обмотки и лобовых частей. В цилиндрических линейных индукционных машинах шунтирующие потоки возникают фактически только с торцов магнитопровода, поэтому пульсирующие поля в них значительно слабее. Учет в процессе проектирования линейной асинхронной машины приведенных факторов способствуют снижению пульсирующих полей.

Пульсирующее поле в принципе можно скомпенсировать с помощью катушки, которая охватывает активную часть сердечника и включена последовательно в фазу С обмотки при условии, что катушки фаз А и В расположены на концах статора. Другой метод снижения пульсирующих полей сводится к плавному изменению линейной токовой нагрузки до нуля на концах статора. Таким образом, можно добиться полного уничтожения пульсирующей составляющей.

Однако создание полного спада индукции на концах машины приведет к неполному использованию магнитопровода, что неприемлемо, если статор имеет небольшую длину активной части и малое число полюсов. Кроме того, при большом числе полюсов пульсирующие потоки в зазоре значительно уменьшаются. Следовательно, данный метод имеет ограниченную область применения. Выбор нечетного и дробного числа полюсов в некоторых случаях снижает пульсации индукции в средней части машины, но приводит к нежелательным явлениям во вторичной цепи и усложняет изготовление обмотки. В цилиндрических линейных асинхронных машинах пульсирующее поле может быть скомпенсировано добавочными кольцевидными катушками, расположенными по концам магнитопровода в дополнительных пазах, их роль могут выполнять короткозамкнутые медные кольца.

При рассмотрении магнитного поля линейной асинхронной машины можно также исходить из условия симметрии системы напряжений, приложенных к индуктору. В этом случае магнитное поле индуктора конечной длины можно представить, пользуясь методом суперпозиции, в виде полей отдельных катушек (витков), а для некоторых типов цилиндрических машин с помощью интеграла Фурье. Данные способы достаточно точны, но неудобны для анализа, а при большом числе катушек и для вычислений.

Анализ свойств переменного электромагнитного поля в рабочем зазоре линейной асинхронной машины показывает, что бегущее электромагнитное поле существует не на всей обмотанной части индуктора, не говоря о необмотанных его частях. При отсутствии компенсирующих обмоток можно считать, что оно существует между серединами наружных активных сторон секций фаз плоской обмотки, расположенных на концах индуктора, или между серединами аналогичных катушечных групп для цилиндрической обмотки.

На участках от торцов индуктора до середины крайних активных сторон секций или катушечных групп действует пульсирующее электромагнитное поле. При неподвижном вторичном элементе пульсирующие поля создают выталкивающие электромагнитные силы, направленные встречно. Возникновение этих сил обуславливает потери энергии в концевых зонах статора и вторичного элемента. Поступательное движение вторичного элемента связано с изменением параметров его электрических цепей, расположенных в рабочем зазоре короткого индуктора, и протекающих в них токов, а также с динамическим торможением в пульсирующем магнитном поле концевых участков статора [13].

В случае короткого вторичного элемента изменяются также количество и состав цепей индуктора, имеющих с ним магнитную связь. Возможны случаи, когда одновременно изменяется состав цепей индуктора и вторичного элемента. Вследствие этого режим работы линейных асинхронных машин при постоянной скорости органически сочетается с переходными процессами в индуктора и вторичном элементе. Продолжительность переходных процессов изменения токов определяется электромагнитными постоянными времени цепей. Явления столь своеобразной коммутации не имеют места в обычных асинхронных машинах. Они тормозят движение вторичного элемента и дополнительно ухудшают энергетические показатели машины.

Конечная ширина вторичного элемента вызывает появление составляющих тока, параллельных направлению движения поля. Эти составляющие аналогичны токам в лобовых частях электрических машин и не участвуют в создании полезных усилий. Удлинение линий тока приводит к уменьшению полезной составляющей тока и значительному снижению тягового усилия. Такое явление называется поперечным краевым эффектом и наблюдается в машинах с листовым вторичным элементом. Поперечный краевой эффект и продольный краевой эффект во вторичной цепи отсутствуют в линейных асинхронных машинах цилиндрического типа. При значительной толщине проводящего слоя

вторичного элемента приходится считаться с размагничивающим действием вторичных токов и поверхностным эффектом.

Искажение симметрии токов в фазах приводит к тому, что скорость бегущего магнитного поля становится неравномерной, по длине машины. В местах, где больше угол сдвига между токами в соседних катушечных группах, больше скорость поля, и наоборот. Поэтому формула:

$$v_0 = 2\tau \cdot f \quad (2)$$

где v0 - скорость бегущего электромагнитного поля; τ - полюсное деление обмотки; f - частота тока, справедлива только для симметричных токов в фазах обмотки и позволяет определять среднюю скорость бегущего поля.

Кроме отмеченных специфических явлений, в линейных асинхронных машинах наблюдаются зубцовые эффекты, электромагнитные переходные процессы и другие явления, характерные для машин вращательного движения.

Список литературы

1. Пат. 2275247 Российская Федерация, МПК B03C 1/24. Пневмоиндукционный сепаратор / Кузнецов В.В. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – №2004136471/03; заяв. 14.12.2004; опубл. 27.04.2006, Бюл. №12. – 2 с.
2. Козлов В.Г. Сепаратор для очистки мелкосеменных культур от трудноотделимых примесей / Проблемы и перспективы лесного комплекса. Материалы межвузовской научно-практической конференции 26-27 мая 2005 г. Т. 1 Под ред. Авторов; Фед. Агенство по науке и инновациям. Администрация Воронеж. Обл., Воронеж гос. Лесотехн. Акад. – Воронеж, 2005. – 264 с.
3. Козлов В.Г. Совершенствование технологического процесса пневмомагнитной сепарации мелкосеменных культур: дис... канд. техн. наук / В.Г. Козлов; ВГАУ. - Воронеж, 2007. - 142с.
4. Пат. 2325233 Российская Федерация, МПК B03C 1/24. Пневмоиндукционный сепаратор / Кузнецов В.В. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – №2006143888/03; заяв. 11.12.2006; опубл. 27.05.2008, Бюл. №15. – 6 с.
5. Козлов В.Г. Новый способ пневмомагнитной сепарации семян / Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса (материалы всероссийской научно-практической конференции, г. Курск, 20-22 марта 2007 г., ч. 2). – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2007. -319 с.
6. Козлов В.Г. Пневмомагнитная сепарация мелкосеменных культур / В.В.Кузнецов, В.Г. Козлов // Сельский механизатор. – 2007.-

№9. –С.44-45.

7. Козлов В.Г. Характеристика магнитного поля пневмомагнитного сепаратора семян / В.В.Кузнецов, В.Г. Козлов // Вестник ВГАУ им. К.Д. Глинки, 2(25)/2010. – С. 27-29.

8. Козлов В.Г. Оптимальные параметры магнитного поля сепаратора семян / В.Г. Козлов, В.И. Трухачев // Техника в сельском хозяйстве. – 2012.- №4 –С. 13-14.

9. Козлов В.Г. Совершенствование деления зернового потока / В.Г. Козлов, П.В.Востриков, В.В. Кузнецов // Механизация и электрификация с/х. – 2010.- №10 –С. 10-11.

10. Козлова Е.В. Новый рабочий орган для сепарирования мелкосеменных культур / Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию агроинженерного факультета. – Ч.1. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 105-108. URL: http://nauka.vsau.ru/wp-content/uploads/2015/12/сборник-мехфак-85-1-часть.pdf

11. Кузнецов В.В. Теоретические предпосылки к обеспечению поточного технологического процесса пневмоиндукционного сепаратора / В.В. Кузнецов, В.Г Козлов / Вестник Воронежского государственного аграрного университета. -2006. № 13. -С. 175-182.

12. Совершенствование технологического процесса пневмомагнитной сепарации мелкосеменных культур / Козлов В.Г. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки. Воронеж, 2007

13. Кузнецов В.В. Магнитная сепарация семян трав / В.В. Кузнецов, В.Г. Козлов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2008. № 10. С. 9а-10.

УДК 64.066.8

Спирин Ю.А.

РАСЧЁТ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОСУШАЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ПОЛЬДЕРЕ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ № 20А В СЛАВСКОМ РАЙОНЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград

Аннотация. В статье производиться расчёт эксплуатационной надёжности основных гидротехнических сооружений осушаемых сельскохозяйственных земель

на польдере насосной станции № 20а, возможные последствия, которые за собой может повлечь авария на данных сооружениях, а также даются рекомендации по повышению их надёжности.

Ключевые слова: эксплуатационная надёжность, дамба, канал, авария, зависимость, гидротехническое сооружение, мелиорация.

Abstract. The article carried the calculation of basic operational reliability of hydraulic structures on the drained agricultural land polder pumping station 20a, the consequences of which can cause an accident on the data structures, and provides recommendations to improve their reliability.

Keywords: operational reliability, dam, canal, accident, dependence, hydraulic structure, land reclamation.

В соответствии с федеральным законом «О мелиорации земель» (№ 4-ФЗ от 10.01.1996 г., ст. 29) [13], при эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений (ГТС) собственники (физические и юридические лица) обязаны содержать указанные объекты в исправном (надлежащем) состоянии и принимать меры по предупреждению их повреждений. Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС устанавливаются федеральным органом исправительной власти. В правилах эксплуатации ГТС мелиоративного назначения должны быть учтены требования по их безопасной эксплуатации, согласно Федеральным законам «О безопасности гидротехнических сооружений» (№ 117-ФЗ от 21.07.1997 г.) [14], «О техническом регулировании» (№ 184-ФЗ от 27.12.2002 г.) [15] и согласно «Техническому регламенту о безопасности зданий и сооружений» (№ 384-ФЗ от 30.12.2009 г.) [16].

Важным направлением является обеспечение безопасности ГТС различных отраслей экономики, в том числе гидротехнических сооружений мелиоративного комплекса, находящихся в ведении Министерства сельского хозяйства РФ [17].

По общепринятым рекомендациям вероятность безотказной работы ГТС входящих в состав мелиоративных систем должна составлять 80-95%.

Следует отметить, что большинство сооружений мелиоративного назначения в России уже эксплуатируются более 30–50 лет, и поэтому срок службы подходит к критическому пределу. Многие сооружения находятся в неудовлетворительном состоянии, представляя потенциальную опасность для населения, хозяйственных объектов и сельскохозяйственных полей в случае разрушения грунтовых плотин водохранилищ, дамб каналов, защитных дамб русел рек [6].

Техническое состояние мелиоративных систем Калининградской области за последние 24 года существенно ухудшилось. Около трети

осушаемых земель находится в неудовлетворительном мелиоративном состоянии, т.е не обеспечивают осушение [11-12].

Основными гидротехническими сооружениями на исследуемом участке являются: правобережная дамба реки Немонинка, насосная станция № 20а и магистральный канал М-20 [10].

Все необходимые расчётные параметры ГТС были предоставлены ФГУ «Калининградмелиоводхоз».

Цель работы произвести расчёт эксплуатационной надёжности ГТС осушаемых сельскохозяйственных земель польдера насосной станции № 20а, а также рассмотреть возможные последствия аварии на данных сооружениях.

Для достижения данной цели был решён следующий ряд задач:

- изучена нормативная документация и научные работы по данной тематике;
- подобраны корректные методики расчёта эксплуатационной надёжности;
- осуществлена консультация в проектных институтах;
- получены необходимые расчётные параметры ГТС на данном участке;
- рассмотрены проблемы связанные с техническим состоянием ГТС на исследуемом участке;
- построена зависимость расходов от концентрации растительности в магистральном канале М-20.

Объектом исследований является ГТС осушаемых сельскохозяйственных земель на польдере насосной станции № 20а.

Предметом исследований является эксплуатационная надежность ГТС осушаемых сельскохозяйственных земель на польдере насосной станции № 20а.

Оценка эксплуатационной надёжности (вероятности безаварийной работы) дамб с учётом высотного положения гребня выполняется по следующей зависимости:

$$R = \Phi\left(\frac{H_{ср} - H_{ср.кр}}{\sqrt{\sigma_H^2 + \sigma_{H_{кр}}^2}}\right) = \Phi(x) \qquad (1)$$

где $H_{ср}$ – среднее значение отметки дамбы, м;

$H_{ср.кр}$ – среднее значение расчётной критической отметки дамбы (с учётом запаса над расчётным уровнем воды и наката волны), м;

Ф(х) – функция Лапласа;

σ_H^2 – дисперсия ряда значений отметок гребня дамбы Н:

$$\sigma_H^2 = \frac{\sum(H - H_{cp})^2}{n-1} \quad (2)$$

n – число членов ряда

– дисперсия расчётной критической отметки гребня дамбы, м.

В (табл. 1) представлены отметки правобережной дамбы реки Немонинка.

Таблица 1. Значения отметок гребня правобережной дамбы реки Немонинка на ПК135 – ПК195, с расстоянием между пикетами 100 м, (м)

ПК 135-145	ПК 145-155	ПК 155-165	ПК 165-175	ПК 175-185	ПК 185-195
2,37	2,55	2,08	2,54	2,54	2,19
2,48	2,17	2,64	2,73	2,53	2,61
2,17	2,17	2,72	2,59	2,6	2,42
2,44	2,57	2,61	2,56	2,45	2,27
2,52	2,7	2,49	2,34	2,63	2,59
2,54	2,61	2,96	2,34	2,5	2,53
2,12	2,5	2,71	2,39	2,7	2,58
2,33	2,54	2,65	2,59	2,44	2,54
2,31	2,62	2,37	2,57	2,72	2,43
2,4	2,43	2,56	2,44	2,33	2,22
2,55	2,08	2,54	2,54	2,19	2,44

При 0,5% обеспеченности $H_{ср.кр}$ = 2,65 м, а для 3% обеспеченности $H_{ср.кр}$ = 2,50 м. Из-за того, что $H_{ср.кр}$ является постоянной величиной.

Произведём расчёт эксплуатационной надёжности по формуле (1), для каждого участка дамбы. Полученные данные занесём в (табл. 2).

Таблица 2. Эксплуатационная надёжность рассматриваемых участков дамбы для максимальных уровней воды 0.5% и 3% обеспеченности

Пикет	ПК 135-145	ПК 145-155	ПК 155-165	ПК 165-175	ПК 175-185	ПК 185-195
$R_{0.5\%}$	0.033	0.171	0.367	0.127	0.189	0.081
$R_{3\%}$	0.212	0.405	0.633	0.540	0.532	0.341

Далее будет рассчитана эксплуатационная надёжность насосной станции.

Насосная станция построена в 1980 году. На ней установлено 3 насосно-силовых агрегата: 3 насоса ОВ6-55К (осевые вертикальные камерные) с расходом 0,94 $м^3/с$ каждый и напором 4 м, а также 3 электродвигателя АВН-3-$75_ф$ с 730-ю оборотами в минуту и мощностью

75 кВт. Год установки насосно-силового оборудования – 1986, т.е срок его эксплуатации составляет 30 лет. С учётом нормативного срока эксплуатации, оборудование имеет 3-4 кратный износ.

Эксплуатационная надёжность или вероятность безотказной работы P(t) – это вероятность того, что за время t отказ оборудования не произойдёт.

Функция P(t) монотонно убывает от 1 до 0. В случае экспоненциального распределения вероятности функция надёжности описывается следующим образом:

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (3)$$

где λ – параметр средней наработки на отказ, 1/ч

t – время работы, ч

Величина средней наработки на отказ $T_{ср}$, составляет:

$$T_{ср} = 1/\lambda \quad (4)$$

С учётом опыта эксплуатации насосной станции № 20а установлено, что средние наработки на отказ насосно-силовых агрегатов составляют 1000, 950 и 870 часов.

Оборудование состоит из трёх насосно-силовых агрегатов, общая эксплуатационная надёжность оборудования насосной станции записывается виде:

Данная зависимость позволяет определить эксплуатационную надёжность насосной станции в течение разных промежутков времени.

Эксплуатационная надёжность насосной станции при разном времени работы представлена в (табл. 3).

Таблица 3. Эксплуатационная надёжность оборудования насосной станции № 20а

№	Время работы, ч	Агрегат № 1	Агрегат № 1	Агрегат № 1	Общая
1	100	0,904837	0,895834	0,88692	0,718924
2	200	0,818731	0,802519	0,786628	0,516851
3	300	0,740818	0,718924	0,697676	0,371577
4	400	0,67032	0,644036	0,618783	0,267135
5	500	0,606531	0,57695	0,548812	0,19205
6	600	0,548812	0,516851	0,486752	0,138069
7	700	0,496585	0,463013	0,431711	0,099261
8	800	0,449329	0,414783	0,382893	0,071361

Теперь рассчитаем вероятность аварии на магистральном канале М-20. Параметры канала были посчитаны в соответствии с [5] и представлены в (табл. 4).

Таблица 4. Параметры магистрального канала М-20

ПК	28	34	67
Ширина понизу b, м.	1,8	1,6	1,4
Коэфф. Заложения откосов m.	2,0	2,0	2,0
Глубина h, м.	2,3	2,2	1,8
Ширина поверху B, м.	11,2	10,4	8,6
Уклон i.	0,00031	0,00028	0,00026
Расход Q, $м^3/с$.	1,75	1,50	1,00
Площадь ж/с канала w, $м^2$	14,72	13,20	9,00
Скорость воды ν, м/с	0,12	0,11	0,11

Для расчёта вероятности аварии требуется найти зависимость расхода от степени зарастания канала.

Площадь живого сечения канала с растительностью находится по следующей формуле:

$$w_0 = w \cdot (1 - k),\ м^2 \qquad (6)$$

где k - объёмная концентрация растительности в канале;

w – площадь живого сечения чистого канала, $м^2$.

По формуле (6) произведём расчёт (табл. 5), задаваясь разными значениями k.

Как показывают эмпирические исследования [4] с увеличением концентрации растительности в канале, при данном уклоне и схожими гидравлическими характеристиками, скорость воды будет изменяться следующим образом (табл. 5).

Таблица 5. Скорость воды (м/с) и площадь ж/с канала ($м^2$) при разных объёмах концентрации растительности

k	ν, участка ПК 28	ν, участка ПК 34	ν, участка ПК 67	w_0, участка ПК 28	w_0, участка ПК 34	w_0, участка ПК 67
0,0	0.120	0.110	0.110	10.56	7.20	11.78
0.2	0.075	0.068	0.068	7.92	5.40	8.83
0.4	0.029	0.027	0.027	5.28	3.60	5.89
0.6	0.012	0.011	0.011	2.64	1.80	2.94
0.8	0.005	0.0049	0.0049	10.56	7.20	11.78

Вычислив скорости и площади живого сечения участков канала при разных объёмах концентрации растительности, найдём расходы воды, и построим график зависимости расходов от концентрации растительности (рис 1.)

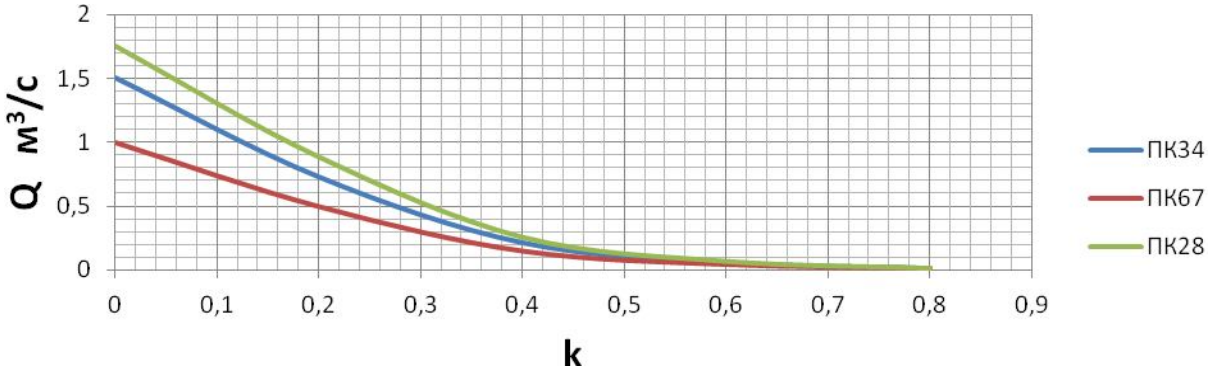


Рисунок 1 - График зависимости расходов от концентрации растительности

На сегодняшний день магистральный канал 20-М имеет следующие концентрации растительности: $k_{ПК28} = 0.10$; $k_{ПК34} = 0.11$ и $k_{ПК67} = 0.13$

Используя (рис. 1) получаем следующие значения расхода: $Q_{ПК28}$ = 1,30 м^3/с; $Q_{ПК34}$ = 1,05 м^3/с и $Q_{ПК67}$ = 0,60 м^3/с

Находим вероятность аварии для каждого участка по формуле:

$$P = \left(1 - \frac{Q_p}{Q}\right) \times 100\% \qquad (7)$$

Где Q – расход воды в чистом канале;

Qp – расход воды с учётом растительности.

$$P_{ПК28} = \left(1 - \frac{1.30}{1.75}\right) \times 100\,\% = 26\%$$

$$P_{ПК34} = \left(1 - \frac{1.05}{1.50}\right) \times 100\,\% = 30\%$$

$$P_{ПК67} = \left(1 - \frac{0.60}{1.00}\right) \times 100\,\% = 40\%$$

Большая часть сельскохозяйственных земель польдера используется под пашню. Землепользователями являются ООО «Агросистема» и ООО «Амберленд». В связи с этим вопрос об эксплуатационной безопасности стоит достаточно остро.

В данной работе была рассчитана эксплуатационная надёжность самых важных гидротехнических сооружений польдера. Вследствие неудовлетворительного состояния ГТС на исследуемом участке, они имеют низкую эксплуатационную надёжность, которая не отвечает общепринятым рекомендациям, а в частности:

1. Правобережная дамба на некоторых участках имеет эксплуатационную надёжность при 3-х%, обеспеченности 20-30%, что может привезти к затоплению сельскохозяйственных земель. Для недопущения возможных негативных последствий следует произвести наращивание уровня дамбы.

2. Общая эксплуатационная надёжность насосной станции составляет менее 70%, что может привести к отказу оборудования во время откачки воды в период половодья или паводков. В таком случае осушение территории будет невозможно, и это приведёт к затоплениям, подтоплениям и образованию вымочек, что повлечёт за собой потерю урожая. На данный момент необходимо провести реконструкцию и замену оборудования насосной станции.

3. Вероятность аварии на магистральном канале более 26-ти%, что также может повлечь за собой подтопления территории, вследствие разлива воды из бровок канала. Канал должен быть очищен от растительности, чтобы минимизировать вероятность аварии, и обеспечить своевременное осушение.

Список литературы

1. Василевский, А.Г. О некоторых результатах применения Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» / А.Г. Василевский, В.С. Серков // Гидротехническое строительство.– 2009. – № 9. – С. 34–38.

2. Волков, В.И. О терминологии нормативно-правовых документов, связанных с обеспечением безопасности гидротехнических сооружений / В.И. Волков, Г.М. Каганов // Гидротехническое строительство.– 2010. – № 3. – С. 44–48.

3. Временные рекомендации по реконструкции осушительных систем в Нечернозёмной зоне РСФСР. – Л.: СевНИИГиМ, 1989. – 70 с.

4. Диваков, О.В. Шероховатость осушительного канала польдерной системы, заросшего растительностью / О.В. Диваков, А.Л. Фонарёв, В.Г. Пунтусов // Гидромеханика, гидромеханизация процессов добычи и обработки рыбы: сб. науч. тр. – Калининград, 1994 г. – С. 141 – 153.

5. Киселев П.Г. Гидравлика. Основы механики жидкости: учеб. пособие для вузов / П.Г. Киселев.– М.: Энергия, 1980.- 360 с

6. Косиченко, Ю.М. Вопросы безопасности и эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений мелиоративного назначения / Ю.М. Косиченко // Природообустройство.– 2008. – № 3. – С. 67–71.

7. Матвеевский В.Р. Надёжность технических систем. Учебное пособие – Московский государственный институт электроники и математике. – М. 2002 г. – 113 с.

8. СП 100.13330.2011 Мелиоративные системы и сооружения. - 90 с.

9. СП 116.133330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. - С. 26-35

10. Спирин, Ю.А., Пунтусов В.Г. Исследование мелиоративного состояния осушаемых сельскохозяйственных земель на польдере насосной станции № 20а в Славском районе Калининградской области. В кн.: Опыт прошлого - взгляд в будущее: международная научно-практическая конференция молодых учёных и студентов: материалы 6 науч. – практ. конф., Тула: ФГБОУ ВО «ТГУ», 2016. – С. 129 – 133.

11. Спирин, Ю.А., Пунтусов В.Г. Осушительно-увлажнительные системы Калининградской области. В кн.: День науки: научно-техническая конференция курсантов и студентов: материалы науч. – техн. конф., Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2016. – С. 291 – 398.

12. Спирин, Ю.А., Пунтусов В.Г. Реконструкция гидротехнических сооружений мелиоративных систем Калининградской области. В кн.: 66-я международная студенческая научно-техническая конференция: материалы науч. – техн. конф., Астрахань: ФГБОУ ВПО «АГТУ», 2016. – С. 100 – 103.

13. Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель».

14. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений».

15. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 264-ФЗ «О техническом регулировании».

16. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

17. Щедрин, В.Н. Вопросы контроля технического состояния и безопасности гидротехнических сооружений / В.Н. Щедрин, Ю.М. Косиченко, Г.А. Сенчуков // Современные проблемы мелиорации земель, пути и методы их решения: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2003. – Ч. 1. – С. 207–220.

УДК: 613.164

Малетин Д. А., Попов Н.А., Федорова В.А., Скорых И. А.

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. В данной статье рассмотрены способы определения шума и предложены мероприятия по снижению его в производственных процессах.

Ключевые слова: шум, уровень шума, звукоизоляция, звукопоглощение, уровень звука, шумомер.

Annotation. This article describes methods for determining noise and proposed measures to reduce its production processes.

Keywords: noise, sound insulation, sound absorption, sound level, sound level meter.

Вред, который причиняется шумом человеческому здоровью, а так же воздействиями вибрации, не виден сразу. Тем не менее, предпосылки для возникновения общих и профессиональных заболеваний и развития производственного травматизма обусловлены постепенным накапливанием в организме, акустических раздражений и приводят к усталости, сонливости, нервозности и снижению работоспособности. Кроме того, производственный шум наносит большой социальный и экономический ущерб.

С физиологической точки зрения, всякий нежелательный и неприятный для восприятия человеком звук считается шумом. Шум мешает работать, не дает сосредоточиться. Если человек отдыхает, то любой звук и шум только нервируют его.

Как физическое явление шум - это волновое колебание упругой среды.

Уровни шума рассчитывают по общепринятой формуле:

$$L = 10\lg\frac{I}{I_0} = 20\lg = \frac{P}{P_0} = 20\lg\frac{V}{V_0}, \quad (1)$$

где L — уровень шума, дБ; I — интенсивность звука, Вт/м2; Io — нулевое значение интенсивности звука, Вт/м2; P — звуковое давление, Па; Po — нулевое значение звукового давления, (210-5Па); V —скорость колебания, м·с-1; Ко — нулевое значение V, (5·10-8 М·С-1).

Если источника шума 2 или более, то для расчета общего уровня шума используют следующую формулу:

$$L = L_1 + 10\lg n \text{ дБ}, \quad (2)$$

Где L_1- -уровень шума от 1 источника; n-число источников.

Уровнями звука называют общие уровни шума, которые измеряются с помощью прибора, т.е. шумомера. Выражают уровни шума в децибелах (Дб) и измеряют по шкале А. В стандартах России и многих других странах мира, принята величина LA, дБА

Дозиметрами – интергирующими шумомерами – измеряются уровни непостоянного шума и оцениваются эквивалентными уровнями звука Laединиц в дБ по шкале А (среднеквадратичное значение уровня звука в пределах регламентируемого интервала времени).

Максимально допустимым уровнем шума непосредственно для производственных помещений, является шум в пределах 80–85 дБ. Соответственно, если ежедневное среднее значение шумов меньше данных значений, то данный уровень шума не представляет особой угрозы, а более высокие уровни шумов являются опасными для здоровья работников предприятий. Существуют следующие нормативы, регламентирующие требования к звукоизоляции: СНиП от 23.03.2003 «Защита от шума» [4], а также Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [5].

Основным и главным способом снижения отрицательных воздействий на работника производственных шумов, является снижение уровня шума непосредственно в источнике его возникновения. Данный способ реализуется на стадии проектирования оборудования совершенствованием кинематических показателей, форм деталей, применением новых материалов. Шумы, создаваемые технологическим оборудованием при производственных процессах, возможно снижать конструктивными решениями, такими как, например, улучшение качества изготовления узлов и механизмов, а также грамотной эксплуатацией оборудования. Например, хорошей балансировкой ротора можно добиться уменьшения на 20 дБ и более шума от работающего электродвигателя. Так же такого результата можно добиться непосредственно повышением жесткости корпуса или балансировкой вала ротора. Снижать вибрацию узлов и механизмов следует из-за того, что вибрация является источником возникновения шумов, что нарушает целостность электрической изоляции электрооборудования [6]. От данного воздействия повышается и опасность поражения людей электрическим током.

За счет использования различных проектных и конструкционных решений возможно достижение снижения уровня шума или, иначе говоря, звукового комфорта. Например, в элементах строительных конструкций

при отделке цехов или других производственных помещений, а также в самом промышленном оборудовании возможно использование специальных акустических материалов, которые будут способствовать ослаблению звуковых колебаний, что уменьшает воздействие на человека.

Так же, для того чтобы снизить уровень звукового давления и вибрационной нагрузки на работников, оборудование, создающее повышенный уровень шума, если это возможно, необходимо устанавливать в отдельно изолированных помещениях, которые оснащены звукопоглощающей облицовкой потолков и стен, а так же корпусов коробчатых конструкций оборудования.

К тому же, для того, чтобы уменьшить вибрацию конструкций и сооружений, технологическое оборудование с высокими рабочими вибрациями и шумами (например, металлообрабатывающие агрегаты – фрезерные, токарные, сверлильные станки) должно быть размещено не на фундаментном основании. На верхних этажах зданий вибрирующее оборудование необходимо устанавливать на виброгасящие подушки, например, на резиновые виброизоляторы, а в некоторых случаях также необходимо обеспечивать виброизоляцией межэтажные перекрытия. Кроме того, значительно снизить передачу звуковых колебаний, и низкочастотных вибраций на строительные конструкции можно благодаря использованию многослойных амортизирующих подушек из плотных акустических материалов, что поможет значительно продлить срок их службы.

Для снижения шума очень часто выполняют различные строительно-акустические мероприятия. В данных методах непосредственно используются принципы звукоизоляции и звукопоглощения. Применяют звукоизоляцию ограждающих конструкций, уплотнения по периметру притворов окон, дверных пространств, ворот. Принцип работы звукоизолирующих преград основан на отражении звуковой волны от различных поверхностей, имеющих гладкую поверхность. Кожухи и экраны возможно изготавливать из пористых материалов, таких как дерево, пластмасса и т.д. Общеизвестно, что ограждения и перегородки из фанеры, железобетона, гипсовых плит или шлакобетонных блоков обладают изолирующей способностью от 30 до 45 дБ, в зависимости от толщины слоя.

Принцип звукопоглощения прежде всего основан на преобразовании колебательной энергии звука в тепловую за счет потерь на трение воздуха. Наибольшие потери происходят в пористых, волокнистых и перфорированных материалах; поэтому именно из них и изготавливают звукопоглощающие экраны и облицовки. Ослабление звука можно

достигнуть путем правильной планировки и застройкой жилых кварталов, а также обязательным использованием зеленых насаждений.

Если уровень шума выше 85 дБ, то в таких зонах необходимо размещать предупреждающие знаки безопасности. Работающих непосредственно в этих зонах людей необходимо снабжать средствами индивидуальной защиты от шума.

На основе изложенного выше материала можно считать, что только комплексный подход к проблеме шумоизоляции позволит обеспечить снижение шума в производственных процессах и обеспечит безопасный и комфортный труд работников.

Список литературы

1. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда /П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарев и др.: учеб. пособие для студентов средних спец. учеб. заведений. М.: Высш. шк., 2001. 431 с: ил.
2. Графкина М.В. Охрана труда и производственная безопасность: учеб. — М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2007. — 424 с.
3. Русак О.И. Безопасность жизнедеятельности/О.И. Русак. — СПб. Лань, 2010. — 305 с.
4. СНиП от 23.03.2003 «Защита от шума»
5. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
6. Электробезопасность: учеб.пособие / В.И. Писарев, А.А. Андрианов, Е.А. Андрианов, Н.А. Попов. - Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ , 2013.-190 с.

УДК 535.643

Кузьмин И.А., Мирзин Р.А., Зарипов А.Ф.

СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ СПЕКТРА ЦВЕТА НА КОНТРОЛЛЕРЕ ATMEGA328P

Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н.Туполева-КАИ г. Казань

Аннотация. В данной статье предложен метод измерения спектра света для определения цветовой гаммы и передачи полученной информации системе автоматического управления или конечному потребителю. Вся система построена на базе отладочной платы Arduino Uno R3 и модуле датчика цвета TCS3200. Представлены результаты разработки устройства.

Ключевые слова: цвет, спектр, устройство, датчик,

Annotation. In this article the method of measuring the spectrum of light to determine the color spectrum and transfer the information received automatic control system or the end user. The whole system is based on the debug Board Arduino Uno R3 sensor module and color TCS3200. Presents the results of the development of the device.
Keywords: color, spectrum, device, sensor, Arduino, TCS3200.

Цель исследования: выявление новых уникальных способов анализа светового спектра в робототехнике. Для достижения данной цели рассматривается возможность применения установки, включающей в себя платформу Arduino Uno R3, датчик цвета TCS3200 и RGD LED индикатор.

В современной робототехнике нередко уделяется внимание определению цвета поверхности предмета, для его анализа и последующей обработки полученной информации. Сбор данных о цвете поверхности осуществляется с помощью специальных световых фильтров, в нашем случае был выбран модуль светофильтров (датчик цвета) TCS3200 (рис.1). Данный модуль включает в себя 64 светофильтра: 16 зелёных, 16 красных, 16 синих и 16 без цвета [1]. Принцип работы таков – световая волна проходит через модуль светофильтров, затем проходит через преобразователь частота-ток, и на выходе формируется череда импульсов (ШИМ сигнал) скважность которых пропорциональна частоте световой волны.

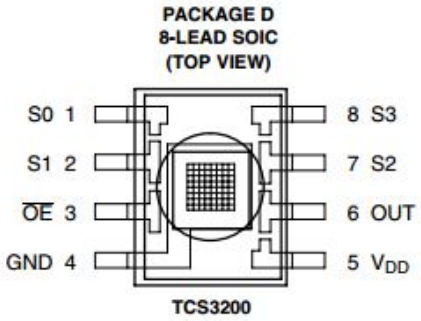


Рисунок 1 – Датчик TCS3200.

Предложен системный подход для определения цвета, который состоит из четырех стадий: считывание текущего результата, приема данных, обработка данных (разработка программного модуля), вывод результата с последующим объединением этих деталей, тестированием, отладкой и корректировкой.

На стадии поступления данных происходит подача светового пучка на датчик цвета TCS3200. После сбора данных с детектора цвета полученная информация передается на платформу Arduino для ее последующей обработки (рис.2).

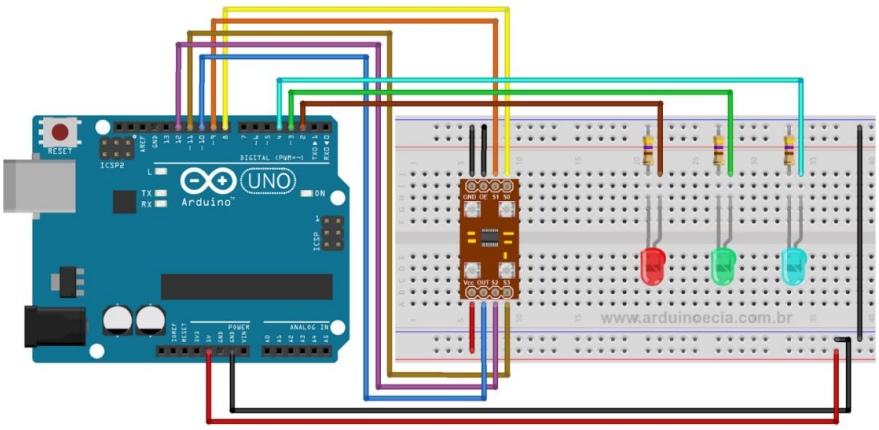


Рисунок 2– Схема подключения колориметра на базе Arduino Uno R3

Платформа Arduino Uno R3, построенная на базе микроконтроллера ATmega328 осуществляет прием данных с датчика цвета TCS3200, работу загружаемого программного модуля и передачу результата в RGB LED индикатор. Плата может получать питание через подключение USB или от внешнего источника питания. На хранение программного модуля в микроконтроллере отводится 32КБ флэш памяти. В данной задаче помимо установки используется специальный программный модуль, который анализирует данные, определяет и устанавливает цвет, полученные с детектора цвета. На основе результатов анализа программа устанавливает наличие поступившего светового пучка и определение его спектра. Полученная информация о цвете проецируется на RGB LED индикаторе.

Аналогами рассматриваемого устройства могут быть говорящий определитель цвета «Палитра» и устройство для определения цветов «Колорино». Особенностями устройства «Колорино» является возможность определения широкого спектра цветов и оттенков, голосовой вывод результата с изменением уровня громкости, портативность и энергоэффективность. Прибор предназначен для расширения круга деятельности людей с ограниченными возможностями.

Прямым аналогом прибора «Колорино» является говорящий определитель цвета «Палитра». Отличительными особенностями данного прибора является то, что его чувствительность, а также скорость обработки информации, вывода результата ниже, ширина определяемого спектра цвета уже. Однако у прибора есть возможность четкого определения белого, черного и коричневого цветов.

В предлагаемом устройстве используется открытая платформа Arduino, позволяющая в разы увеличить круг возможностей колориметров за счет многообразия дискретных модулей расширения, а также доступности элементов устройства. Существует возможность вывода обработанной информации, как в речевом, так и непосредственно через систему индикации (RGB индикатор), по каналам радиосвязи на

устройства обработки информации в робототехнике. Быстродействие микроконтроллера ATmega328 позволяет обрабатывать и выводить результат от 0,1с до 0,7с. Дальность контрольного замера цвета ограничивается модификацией приемника от 5...150мм, однако с увеличением расстояния уменьшается мощность сигнала, следовательно, и качество результата. Оптимальным расстоянием для определения цвета в лабораторных условиях является от 5...10мм.

Заключением данной работы является полноценное устройство, колориметр. Написана библиотека программного модуля для функционирования всего устройства в целом.

Список литературы

1. TCS3200, TCS3210 PROGRAMMABLE COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Техас, 2009. – Режим доступа: http://www.mouser.com/catalog/specsheets/TCS3200-E11.pdf

УДК 620.9:621.3

Тимофеев А.С., Зарипов Ш.С.

ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк

Аннотация. В статье рассматривается потенциал и перспективы использования солнечной энергии в Республике Таджикистан как альтернативный источник для получения тепловой и электрической энергии.

Ключевые слова: Республика Таджикистан, использование солнечной энергии, солнечная радиация, NASA SSE.

Abstract. The article discusses the potential and prospects of solar energy in the Republic of Tajikistan as an alternative source to produce heat and electricity.

Keywords: The Republic of Tajikistan, the use of solar energy, solar radiation, NASA SSE.

Республика Таджикистан (РТ) благодаря своему географическому расположению имеет весьма благоприятные условия для использования солнечной энергии т.к. вся территория страны входит в так называемый «мировой солнечный пояс»(45^0с.ш.−45^0ю.ш.). Годовая продолжительность солнечного сияния на территории республики колеблется от 2100 до 3166 часов. Число дней без солнца в отдельных районах республики составляет всего 35÷45 дней в году. Годовое суммарное значение солнечной

радиации (СР) в долинах и предгорных районах республики при ясном небе составляет 7,5-7,8ГДж/(м^2·год) в горных районах достигает 8,6-9,2ГДж/(м^2·год). Сумма прямой СР на горизонтальную поверхность в долинах и высокогорьях достигает 5,6-8,2 ГДж/(м^2·год) [6,4].

В республике, где более 93% территории составляют горы и имеются земли непригодные для сельскохозяйственного освоения виде адыров (холмистое увалистые предгорья) склоны которых направлены на юг и север позволяют использование солнечной энергии в промышленных масштабах. Целесообразность использования солнечной энергии на территории республики подтверждается результатами многолетних актинометрических наблюдений на развернутых метеорологических наблюдательных пунктах на территории страны, а также изданными справочными материалами по климатологии СССР [6,4,2,1].

Продолжительность СР в основных районах республики представлен на рисунке1.

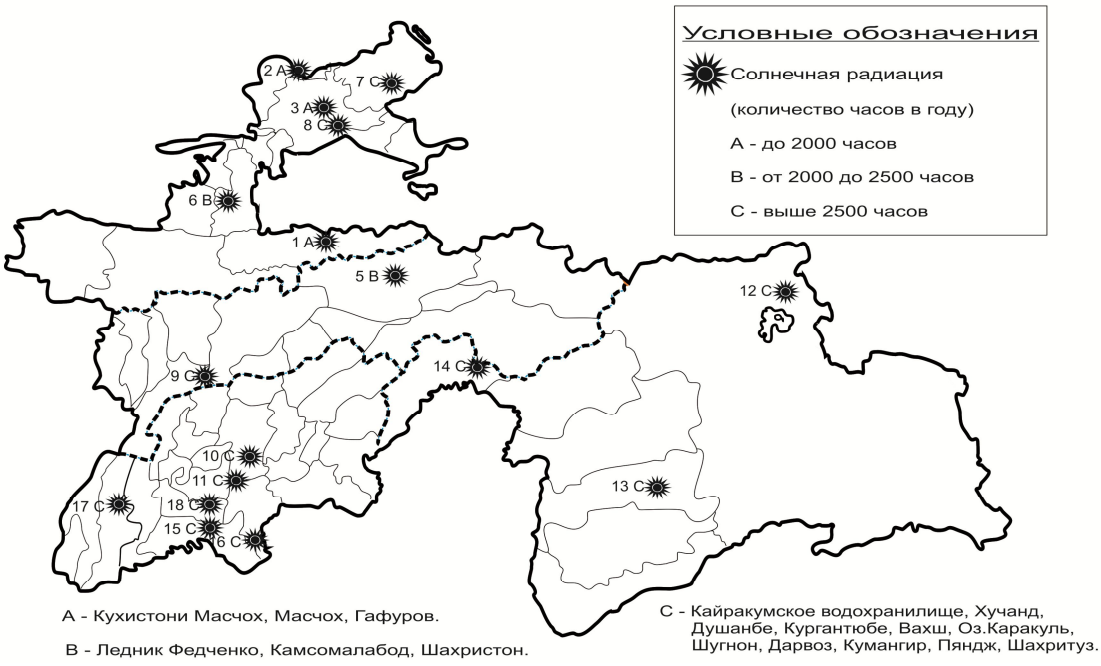


Рисунок 1− Карта продолжительности СР в РТ

Результаты проведенных исследований специалистов гелиотехников АН Таджикской ССР потенциал солнечной энергии в республике был оценен в более 25 млрд. кВт·ч/год. Расчеты показывают, что при современном уровне развития техники за счет солнечной энергии можно обеспечить нужды населения республики в тепловой (60-80%) и электрической (20-30%) энергии.

Данные по прямой и рассеянной СР в отдельных населенных пунктах республики представлены в таблице 1. [6,1,8,5].

Таблица 1. Прямая и рассеянная СР в отдельных районах РТ (в июне)

Населенный пункт	Прямая		Рассеянная	
	на горизонтальную площадку в 1 м^2		за сутки, кВт·ч	максимальная в полдень, Вт
	за сутки, кВт·ч	максимальна в полдень, Вт		
Душанбе	6,85	825	1,39	126
Худжанд, Канибадам	6,8	820	1,45	126
Исфара, Ура-Тюбе	6,85	820	1,44	126
Курган-Тюбе, Нурек, Хорог, Куляб	6,9	825	1,38	126
Дангара, Комсомолабад, Джиргаталь	6,85	824	1,41	126
Шаартуз	6,92	832	1,34	126

На сегодняшний день для специалистов гелиотехников РТ большие возможности для оценки солнечной энергии предоставляет база данных космического агентства США NASA Surface meteorology and Solar Energy (NASA SSE), которое оперирует многолетними спутниковыми и наземными метеорологическими наблюдением [7,9].

Проведенный анализ базы данных NASA SSE по приходу СР и сравнение с имеющимися данными наземных метеостанций республики позволили сделать вывод о высокой ее точности и возможности использования их при расчетах и проектировании солнечных установок. Базы данных NASA SSE содержит в себе все необходимые данные по приходу СР и совершено бесплатно доступно всем пользователем сети интернет.

Данные по приходу СР по всей территории РТ (36°40' и 41°05' с.ш. и 67°31' и 75°14' в.д.) по данным NASA представлены в таблице 2.

Таблица 2. Среднегодовой приход СР на горизонтальную поверхность (кВт·ч/м^2/сутки)

Широта	Долгота							
	67,31	68,31	69,31	70,31	71,31	72,31	73,31	74,31
41,40	4,47	4,58	4,31	4,26	4,50	4,46	4,37	4,40
40,40	4,59	4,71	4,68	4,75	4,66	4,51	4,30	4,35
39,40	4,29	4,31	4,18	4,13	4,16	4,25	4,55	4,54
38,40	4,64	4,82	4,75	4,47	4,41	4,82	4,94	4,38
37,40	4,95	4,96	5,12	4,65	4,77	4,89	4,89	4,73
36,40	4,90	5,03	4,90	4,84	4,70	4,60	4,45	4,39

На сегодняшний день основными факторами определяющие целесообразность использования солнечной энергии в РТ является географическое расположение страны, климатические условия, наличие свободных земель, ресурсная база и соответственно характерные потребители, которые не имеют доступ к надежному источнику энергии т.к. после распада СССР и нарушения функционирования схемы обмена электроэнергией со странами Центральной Азии РТ переживает энергетический кризис обусловленный, прежде всего дефицитом традиционных углеводородных энергоресурсов в связи, с чем в стране водятся лимиты на электроснабжение.

По данным открытой акционерной холдинговой компании «Барки Точик» и агентство по статистике при президенте РТ в тех районах, где вводятся лимиты на электроснабжения, проживают более 1,5 млн. человек, а также имеются, и отдельные населенные пункты, где нет возможности соединения с энергетической системой.

Развитие возобновляемых источников энергии в республики имеют социально-экономическое обоснование т.к. ситуация с дефицитом электроэнергии негативно отражается на социально-экономический уровень развития населения республики. В связи, с чем правительством страны для решения проблемы дефицита электроэнергии принята программа «Эффективное использование энергии возобновляемых ресурсов Республики Таджикистан в целях устойчивого развития до 2020г.», приняты комплекс нормативно правовых актов такие как: «Всесторонняя целевая программ для повсеместного использования ВИЭ, таких как энергия малых рек, солнца, ветра, биомассы, источников подземных вод» (утверждено за № 41 Правительством РТ, от 2-го Февраля, 2007 года), Закон РТ «Об Использовании Возобновляемых Источников Энергии» от 2010 года.

В республике, где развитие солнечной энергетики имеет социальный характер необходимо наладить, производства установок на имеющейся промышленно производственной базе предприятий ОАО «Системавтоматика»,«Таджиктекстильмаш»,ЗАО «Таджикэнергоремонт», ГУП «Востокредмет» где уже имеются технологические разработки для чего необходима государственная поддержка и соответствующие инвестиции в реализации проектов.

Список литературы

1. Атлас энергетических ресурсов СССР. Т.1,Ч.3. Гидроэнергетические, ветроэнергетические, гелиоэнергетические ресурсы. 1935.

2. Зарипов Ш.С. Использование солнечной энергии в бытовом секторе [Текст] / Ш.С. Зарипов, Ш.Р. Гуломов // Материалы

республиканской научно-практической конференции «Перспективы энергетики Таджикистана». – Душанбе: ТТУ им. акад. М.С. Осими,2011.- С. 113−118.

3. Зарипов Ш.С. Перспективы развития возобновляемых источников энергии республики Таджикистан [Текст] / Ш.С. Зарипов, А.С.Тимофеев // Современные тенденции развития науки и производства: сборник материалов Международной научно-практической конференции (21−22 января 2016 года), Том I − Кемерово: ЗапСибНЦ. 2016.192−195с.

4. Петров Г.Н. Общая оценка ситуации в энергетике в мире и Таджикистане / Г.Н. Петров, Х.М. Ахмедов, К. Кабутов, Х.С. Каримов // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. −2009 −№2(135). − С. 101-111.

5. Пивоварова З.И., Стадник В.В. Климатические характеристики солнечной радиации как источника энергии на территории СССР. Л.: Гидрометеоиздат. 1988. 291 с.

6. Плотников Э.А. Возможности использования солнечной энергии в Таджикистане. Обзорная информация ТаджикНИИНТИ Госплана Таджикской ССР/ Э.А.Плотников, Б.С.Сирожев, Х.М.Усманов. −Душанбе,1987. 35 с.

7. Попель О.С. Климатические данные для возобновляемой энергетики России (база климатических данных): Учебное пособие/ О.С. Попель, С.Е. Фрид, С.В. Киселева, Ю.Г. Коломиец, Н.В. Лисицкая. −М.: Изд-во МФТИ,2010.−56с.

8. Справочник по климату СССР. Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние. −Л.: Гидрометеоиздат,1967.

9. The NASA Surface meteorology and Solar Energy.− [интернет ресурс] http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/,15.11.16.

УДК 692.115

Коровинский К.О.

К ВОПРОСУ О ВЫРАВНИВАНИИ КРЕНА ЗДАНИЙ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров

Аннотация. Работа посвящена изучению структурно-неустойчивых грунтов, методов выравнивания крена зданий, расположенных на таких грунтах, и рассмотрению метода регулируемых фундаментов, как, возможно, одного из наиболее эффективных и безопасных.

Ключевые слова: структурно неустойчивые грунты, выравнивание крена зданий, гидравлические системы, метод регулируемых фундаментов.

Abstract. The work is devoted to the study of structurally unstable soils, methods of leveling roll buildings located on such soils, and consideration of the method of controlled foundations as perhaps one of the most effective and safe.

Keywords: structurally unstable soils, the alignment of the roll of buildings, hydraulic system, method of adjustable foundations.

Метод подъема и выравнивания зданий с помощью гидравлических систем зарекомендовал себя как один из самых эффективных и безопасных. Его особенностью является устройство регулируемых фундаментов. Необходимость разработки различных способов выравнивания зданий возникла из-за кренов, возникающих в основном на структурно-неустойчивых грунтах при неправильном анализе данных грунтов, и, как следствие, проектировании фундаментов на этих грунтах. Структурно-неустойчивыми грунтами называют такие грунты, которые обладают способностью изменять свои структурные свойства под влиянием внешних воздействий с развитием значительных осадок, протекающих, как правило, с большой скоростью. К структурно-неустойчивым грунтам относят просадочные, набухающие, заторфованные, засоленные, мерзлые и вечномерзлые и некоторые другие виды грунтов.

Просадочный или лёссовый грунт относят к категории макропористых, поры которых зачастую видны невооруженным глазом. В зависимости от увлажнения лессы различным образом ведут себя под действием внешней нагрузки. Так, в «сухом» состоянии (при природной влажности меньше 0,09) лессы отличаются значительной прочностью и относительно высокой несущей способностью. Однако, увлажнение лёссов приводит к размягчению, частичному растворению цементационных связей. Это сопровождается резкой потерей прочности грунта, значительными и быстро развивающимися просадками. Поэтому лёссовые грунты также называют просадочными.

Набухающие грунты. Увеличение влажности набухающих грунтов приводит к подъему расположенных в них фундаментов. А усадка грунта после высыхания вызывает осадку сооружений. Что, очевидно, негативно влияет на прочностные характеристики здания.

Торфом называют органоминеральные отложения, образовавшиеся в болотах в результате накопления и разложения растительных остатков в условиях затрудненного доступа воздуха. Заторфованные грунты очень пористые и влажные. Объем пор, заполненных водой в 4-12 и более раз больше объема твердого вещества, поэтому данные грунты обладают очень большой сжимаемостью. Несущая способность торфа крайне невелика. Поэтому напластования, содержащие заторфованные грунты, являются одним из наихудших типов оснований сооружений.

Засоленные грунты к засоленным грунтам относятся песчано-глинистые отложения, в которых накопление солей произошло в процессе формирования этих отложений. Основная опасность строительства на засоленных грунтах связана с выносом солей фильтрующими водами, разрушением текстуры грунта и развитием вследствие этого неравномерных просадок.

Мёрзлыми грунтами называют грунты всех видов с отрицательной температурой, часть поровой воды в которых находится в замерзшем состоянии в виде кристалликов льда. Грунты называют вечномерзлыми, если в условиях залегания они находятся в мерзлом состоянии в течение 3 или более лет. Мерзлые и вечномерзлые грунты при отрицательной температуре являются очень прочными и малодеформируемыми. Однако при повышении или понижении температуры, за счет оттаивания льда или замерзания части поровой воды, их свойства могут изменяться.

Деформация зданий на структурно-неустойчивых грунтах возникает из-за неприспособленности фундаментов к большим неравномерным вертикальным и горизонтальным перемещениям основания под ним, в связи с неправильным проектированием фундамента. Перед проектировщиками всегда стоит задача: предусмотреть такие конструкции, для которых неравномерное оседание основания не приводит к недопустимым деформациям сооружения. Природа происхождения неравномерных осадок различна, проявляются они по-разному, однако во всех случаях действие их на здания и сооружения идентично. Виды деформаций сооружения: крен; прогиб; выгиб; перекос; кручение горизонтальные смещения. Результатом проявления таких деформаций является невозможность безопасной эксплуатации лифтов, нарушение уклонов водонесущих коммуникаций, разрушения и дефекты в несущих конструкциях, увеличение нагрузки на основание и крен конструкции.

Для восстановления геометрического положения зданий в пространстве существует несколько методов:

1. Выравнивание здания домкратами большой грузоподъёмности (Q = 290т) методом профессора Э.М. Генделя. С помощью этого метода под фундаменты вдавливаются металлические сваи.

2. Метод регулируемых фундаментов, которому и посвящена данная работа. Выравнивание зданий осуществляется плоскими домкратами, при помощи комплекса мероприятий.

3. Создание дополнительных осадок здания со стороны здания, противоположной крену.

4. Закрепление грунтов основания различными химическими составами со стороны крена.

5. Конструктивное усиление основания фундаментов (например, инъекционными сваями).

6. Различные комбинированные способы.

Остановимся подробней на методе регулируемых фундаментов. Под регулируемым фундаментом понимается совместно видоизмененные фундаментная и цокольно-подвальная части здания, позволяющие корректировать геометрическое положение здания в пространстве с помощью домкратов.

При этом под устройством регулируемого фундамента мы понимаем комплекс мероприятий, направленных на конструктивное усиление цокольно-подвальной и фундаментной части здания с целью повышения их прочностных и жесткостных характеристик. Данный комплекс мероприятий должен сохранить зданию неизменность внутренней геометрии и основных несущих конструкций при изменениях расчетных схем, связанных с переводом здания на домкратные опоры при подъеме и выравнивании.

Само понятие регулируемого фундамента довольно многоплановое. Помимо обязательного устройства домкратных проемов могут применяться монолитные железобетонные или металлические пояса (замкнутые по периметру несущих стен либо имеющие разрывы), локальные, выполненные в домкратном проеме, столики, упоры, распределительные элементы и т.д.

Поэтому мы говорим о комплексе конструктивных мероприятий. Это домкратные проемы плюс разгрузочные и усиливающие элементы или все то, после чего остается установить домкраты и выровнять здание. Для эксплуатируемых зданий этот комплекс выполняется перед подъемом и выравниванием, для вновь строящихся – на стадии проектирования и строительства здания.

Стандартного набора видов регулируемых фундаментов нет. Строительные дисциплины разделяют здания на ограниченное число типов – по конструктивным схемам, материалам, из которых они построены, этажности. Также невелико число типов фундаментов, на которых возводятся здания - ленточные, плитные, свайные, столбчатые. Но комбинации конструктивной схемы здания, цокольно-подвальной части, типа фундамента в сочетании с другими факторами, предопределяют значительное число проектных решений по устройству регулируемого фундамента.

Устранить крен здания возможно с одновременным закреплением грунтов основания и без закрепления основания. Первый вариант

особенно уместен при наличии сложных структурно-неустойчивых грунтов, например просадочных макропористых грунтов. Так как домкрат создает сосредоточенные усилия, часто цокольную часть здания или фундамент требуют дополнительного усиления. В ряде случаев происходит задавливание фундамента в грунт. При этом происходит изменение напряженно-деформированного состояния грунта основания, которое ведет к уплотнению, а значит к улучшению характеристик грунта основания. Варьируя количество домкратов и усилия в них для каждого конкретного здания, можно получать следующие результаты:

1) выравнивание здания без перегрузок основания со стороны крена и со стороны, противоположной крену;

2) выравнивание здания с перегрузкой основания со стороны крена, со стороны противоположной крену и с обеих сторон;

3) уменьшение крена возможно без выполнения работ по подъему здания, что уменьшает себестоимость работ.

Наглядным примером эффективности регулируемых фундаментов служат реальные здания, выравненные при помощи данного метода.

Весной 2008г. НПО "Интербиотех" были выполнены работы по подъему с помощью гидро-домкратной системы надземной части памятника культурного наследия федерального значения - жилого дома поэта Майкова, постройки конца XVIII века. Говоря об особенностях технического состояния дома-памятника, можно отметить его достаточную ветхость.

Проектом реконструкции было предусмотрено устройство под всем зданием подвала кессонного типа с переводом внутренних стен на металлические колонны со столбчатыми фундаментами. Под наружные стены был подведен монолитный железобетонный пояс. На колоннах были предусмотрены узлы для установки и перемонтажа домкратов, в стенах подвала под монолитным поясом выполнены домкратные проемы. Общая горизонтальная жесткость обеспечивалась устройством монолитных железобетонных перекрытий подвала и первого этажа.

Следует отметить, что сложность процесса подъема состояла в том, что здание не имело пространственной жесткости. Кроме того, из-за ветхости здания при плоскопараллельном подъеме нельзя было даже приблизиться к перекосу, разрешенному нормативными документами.

Для решения этой задачи использовалось разработанное в НПО "Интербиотех" оборудование, состоящее из многопоточной гидравлической станции, микропроцессорных модулей управления домкратами и регистрации перемещений всех точек здания. На участках стен с небольшими нагрузками применялись плоские домкраты малых диаметров, что позволяло нивелировать усилия на них при одном

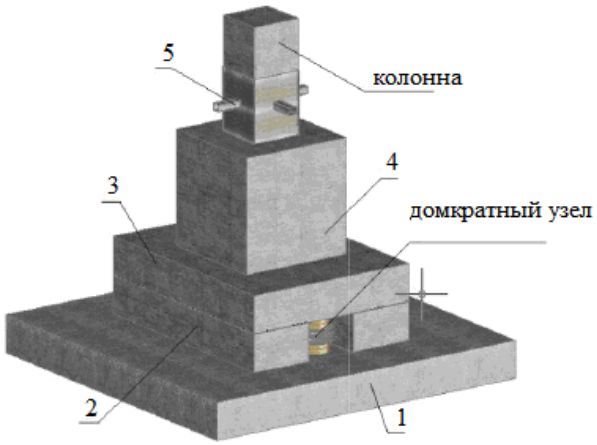
давлении в магистрали, на которой установлены домкраты разных диаметров.

Еще одним наглядным примером эффективности данного способа является выравнивание крена шестнадцатиэтажного здания в Ростове-на-Дону.

Крен высотки достигал 80 см, для его устранения потребовалась автоматизированная система из 127 домкратов. Выравнивание здания проходило в несколько этапов. Во-первых, требовалось прорезать окна для установки домкратов, произвести их усиление и отрезать здание от фундамента. Во-вторых, пришлось отжимать все здание от фундамента домкратной системой, выполняя компьютерное управление, а после его выравнивания, заливать железобетоном образовавшийся клинообразный зазор.

По классификации, введенной М.В. Зотовым, регулируемые фундаменты каркасных зданий различаются по материалу каркаса (железобетонный или металлический) и по стадии, в которой находится здание (проектируемые или эксплуатируемые).

Регулируемые фундаменты железобетонных каркасных проектируемых зданий (рис. 1), имеют особенность конструкции – это возможность расположения в них домкратной группы, при помощи которой в дальнейшем возможно осуществление подъема и выравнивания здания.



1 – плитная часть фундамента; 2 – фигурная железобетонная плита;
3 – железобетонная плита; 4 – стаканная часть фундамента; 5 – горизонтальные связи

Рисунок 1 - Регулируемый фундамент для проектируемых зданий с железобетонным каркасом

Регулируемый фундамент для эксплуатируемого здания с железобетонным каркасом имеет отличие от регулируемого фундамента проектируемого здания. И это отличие заключается в том, что опорой для домкратов является стаканная часть, а упорный элемент монтируется на колонне здания (рис. 2).

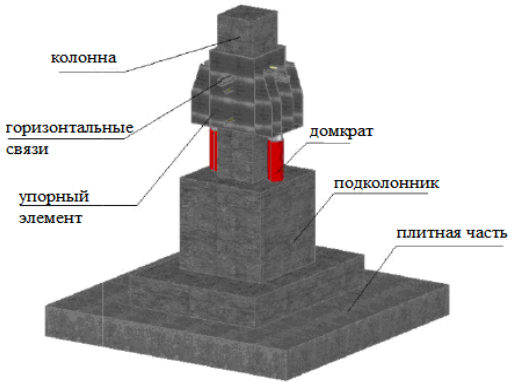


Рисунок 2 - Регулируемый фундамент для эксплуатируемых зданий с железобетонным каркасом

Конструкция регулируемых фундаментов зданий с металлическим каркасом отличается от конструкции регулируемых фундаментов зданий с железобетонным каркасом тем, что крепление упорного элемента осуществляется без устройства металлической обоймы – все детали привариваются к телу колонны (рис. 3). Эта особенность касается и проектируемых и эксплуатируемых зданий.

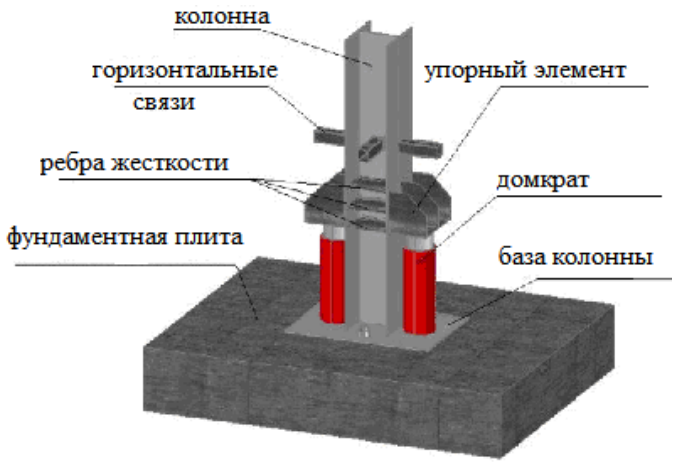
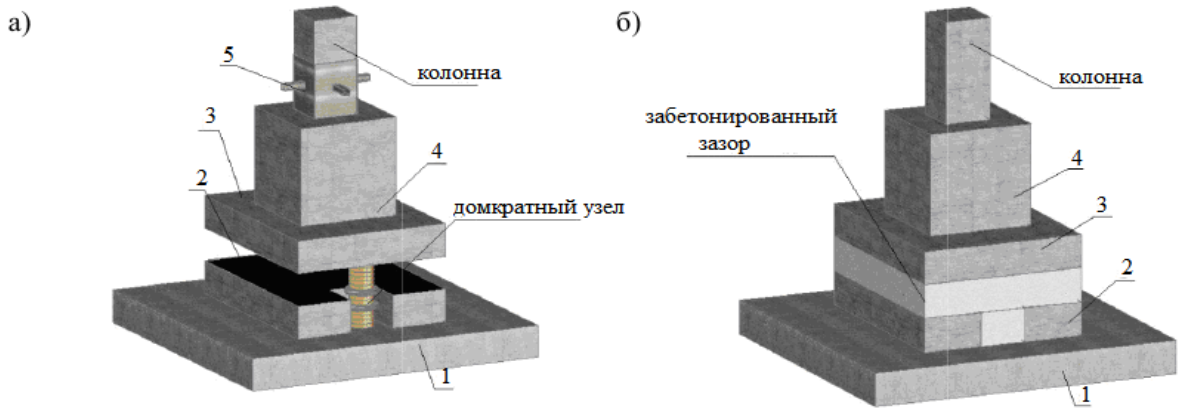


Рисунок 3 - Регулируемый фундамент для эксплуатируемых и проектируемых зданий с металлическим каркасом

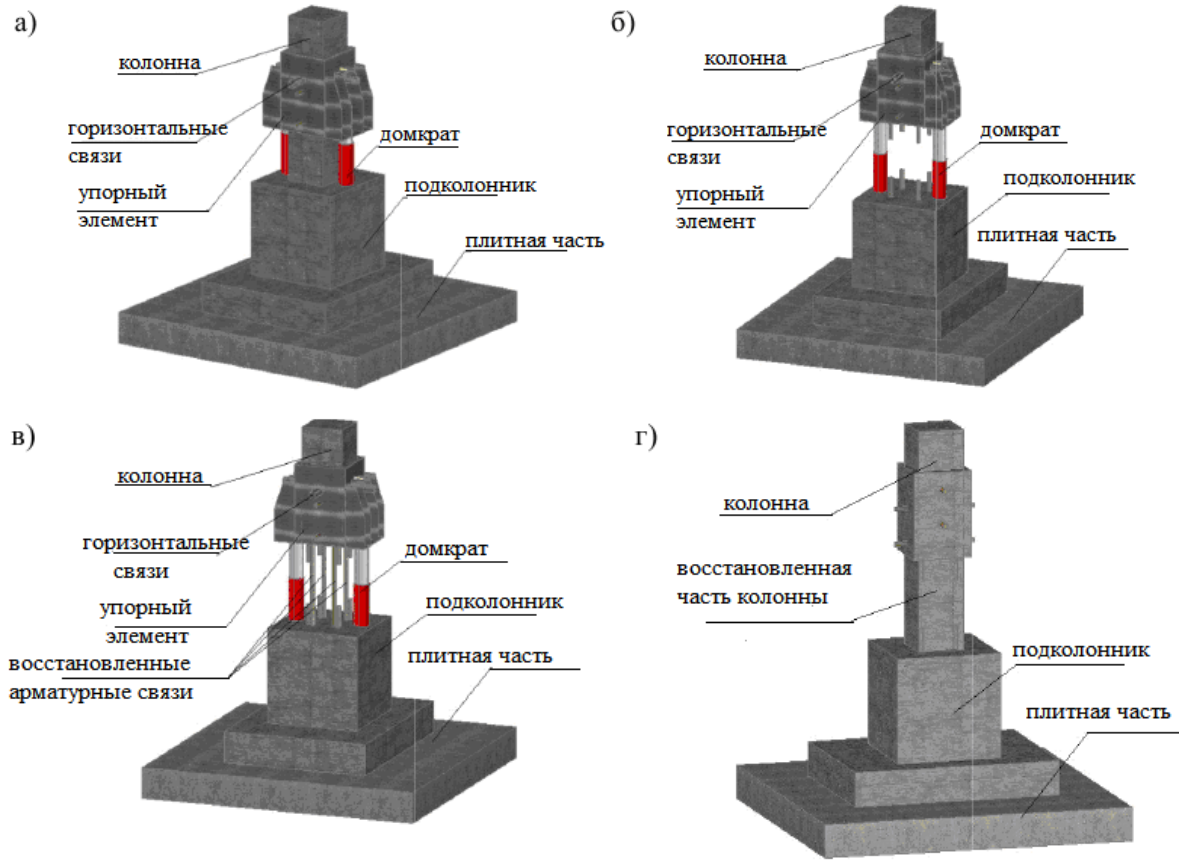
Особенность алгоритма подъема регулируемого фундамента проектируемого здания с железобетонным каркасом заключается в подъеме и выравнивании на первом этапе (рис.4, а), а затем бетонировании зазора (рис.4, б).



а – при подъеме; б – при выравнивании

Рисунок 4 - Регулируемый фундамент проектируемого здания с железобетонным каркасом

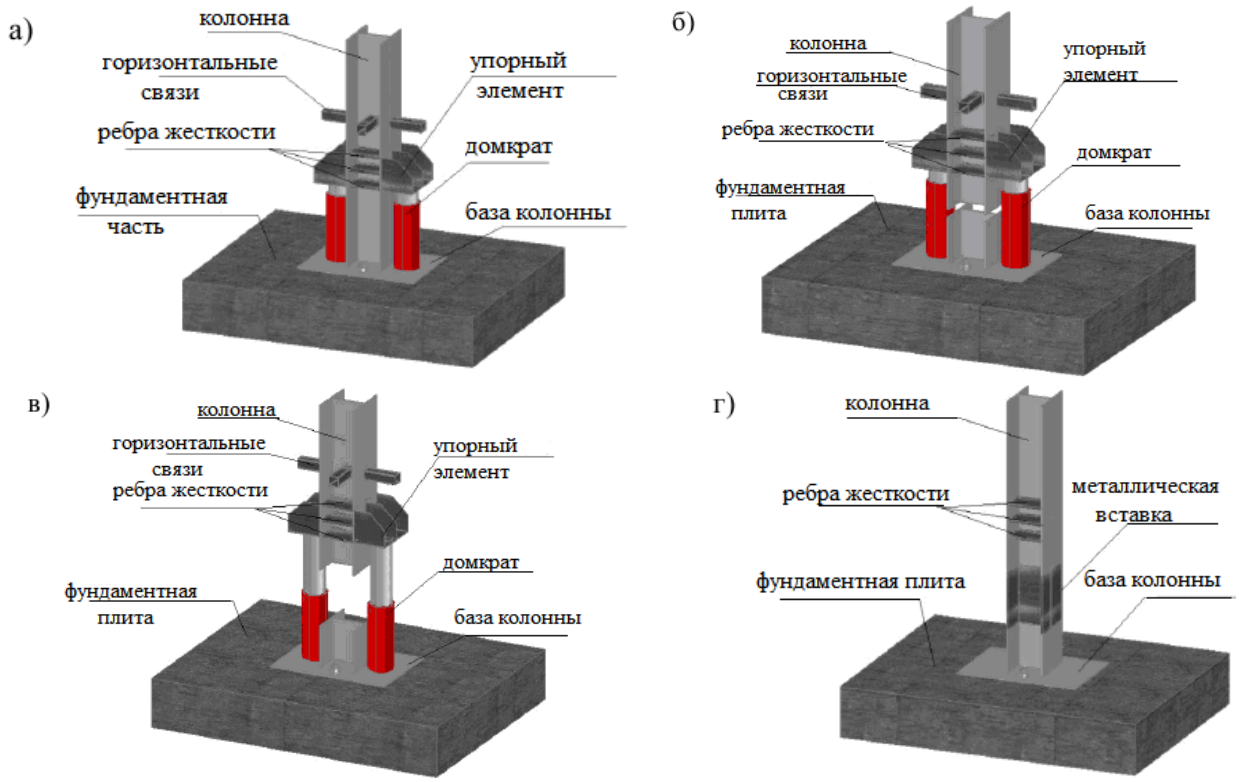
Особенность алгоритма подъема регулируемого фундамента эксплуатируемого здания с железобетонным каркасом заключается в подъеме и выравнивании на первом этапе (рис.5, б), восстановление арматурных связей (рис.5, в), бетонировании зазора и демонтаже вспомогательных элементов (рис.5, г).



а – общий вид; б – подъем и выравнивание; в – восстановление арматурных связей; г – бетонирование образовавшегося зазора и демонтаж вспомогательных элементов

Рисунок 5 - Регулируемый фундамент эксплуатируемых зданий с железобетонным каркасом

Особенность алгоритма подъема регулируемого фундамента для зданий с металлическим каркасом заключается в отрезании колонны (рис.6, б), подъеме и выравнивании (рис.6, в), восстановлении колонны и демонтаже вспомогательных элементов (рис.6, г).



а – общий вид; б – отрезка колонны; в – подъем и выравнивание; г – восстановление колонны, демонтаж вспомогательных элементов

Рисунок 6 - Регулируемый фундамент с металлическим каркасом

В структурно-неустойчивых грунтах более популярными фундаментами являются свайные фундаменты. Но, с применением регулируемых фундаментов для нового строительства, возможно более дешевым и не менее надежным вариантом будут фундаменты мелкого заложения. В этом случае процесс строительства совмещается с периодическими или эпизодическими процессами выравнивания здания.

Регулируемые фундаменты- возможно наиболее выгодный вариант строительства объекта на структурно неустойчивых грунтах, поскольку крен можно выровнять уже в процессе строительства, а не при эксплуатации объекта.

Список литературы

1. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений [Электронный ресурс]: актуализир. ред. СНиП 2.02.01-83*: введ.20.05.2011. – М.: ЦПП, 2011. – Доступ из нормат.-технич. Системы «Техэксперт»

2. Зотов, М.В. Опыт подъема памятника культурного наследия с помощью гидродомкратной системы [Текст] / М.В. Зотов, В.Д. Зотов // «ОФМГ» – 2008-№5-с.13-15

3. Сорочан, Е.А. Взаимодействие фундамента с грунтовым основанием при выравнивании зданий домкратами [Текст] / Е.А. Сорочан, М.В. Зотов // «ОФМГ» – 2004-№3-с.14-17

4. Зотов, М.В. Устройство регулируемых фундаментов зданий для их защиты от неравномерных деформаций [Текст] // «ОФМГ» – 2009-№2-с.19-22

5. Зотов, М.В. Опыт устранения сверхнормативныхкренов сблокированных зданий с помощью плоских домкратов [Текст] // «ОФМГ» – 2011-№1-с.11-12

УДК 656

Паршина К.С.

ВЛИЯНИЕ СЕЗОННОСТИ НА ЧИСЛО ДТП

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», г.Барнаул

Аннотация. Масштабность проблемы дорожно-транспортных происшествий не вызывает сомнений. Настоящая статья посвящена анализу влияния сезонности на величину дорожной аварийности. В качестве объекта выбраны федеральные дороги Алтайского края. Сделаны выводы о влиянии сезонности на основе анализа данных за 3 года.

Ключевые слова: сезонность, аварийность, временной анализ ДТП, безопасность движения на федеральный дорогах

Absrtact. The scale of the problem of road accidents is not in doubt. This article analyzes the impact of seasonality on the amount of traffic accidents. As the object selected federal roads of the Altai Territory. The conclusions about the impact of seasonality on the basis of analysis of the data for 3 years.

Keywords: Seasonality, accidents, temporary traffic accident analysis, traffic safety on federal roads

В настоящее время проблема высокой дорожно-транспортной аварийности, травматизма и летальности продолжает оставаться актуальной [1]. Для снижения травматизма и повышения безопасности дорожного движения необходим всесторонний анализ причин ДТП и факторов, сопутствующих им.

Важную роль играет выбор территории для исследования. В работах, посвященных дорожно-транспортным проблемам встречаются следующие типы объектов для исследований: территория всей страны, отдельного региона (города, муниципального образования), определенные дороги (по типам), конкретная дорога. Объекты выбираются в зависимости от задач и

целей, хотя конечно важен анализ всех перечисленных типов объектов. В настоящем исследования в качестве объекта были выбраны дороги федерального значения в пределах границ Алтайского края. Для Алтайского края важен высокий уровень безопасности дорожного движения на таких дорогах, поскольку регион имеет большую протяженность границы с Республикой Казахстан, является перспективным регионом для развития туризма (в том числе международного), также является приграничным субъектом, характеризующимся высоким числом транзитного транспорта из стран ближнего и дальнего зарубежья следующими в других регионы России или государства (находится на пересечении трансконтинентальных транзитных грузовых и пассажирских потоков [3]).

Анализ временных (по месяцам года) характеристик совершения дорожно-транспортных происшествий на федеральных дорогах, проведенный по данным ГИБДД Алтайского края показал, что за 12 месяцев 2015 года «пик» аварийности пришелся на июль и август месяц [2] (рисунок 1).

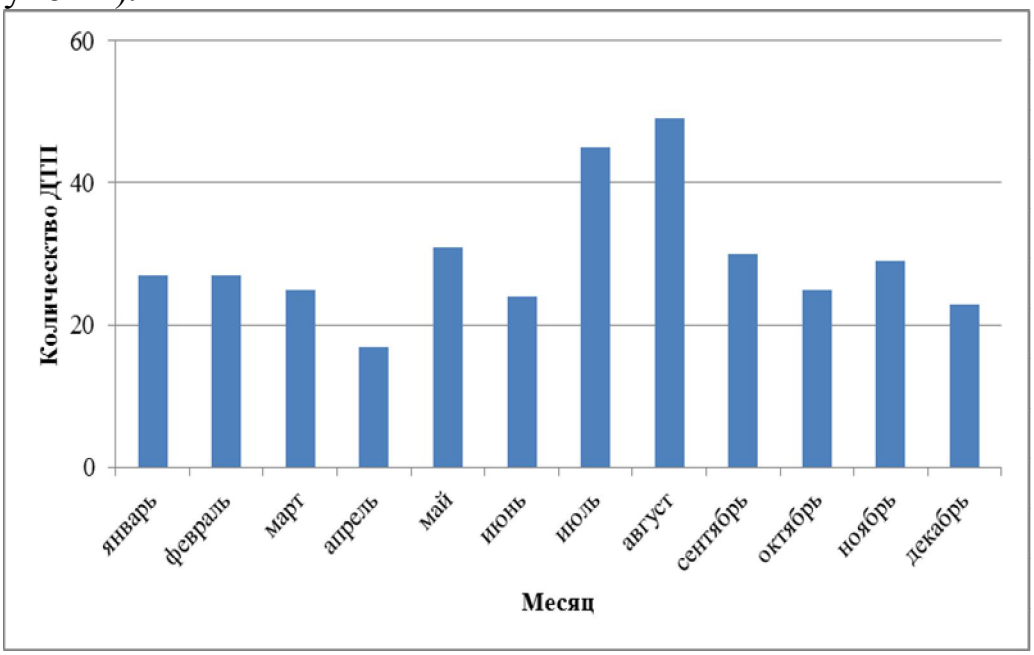


Рисунок 1 – Результаты временного анализа аварийности в 2015 году

Аналогичный анализ в 2014 году (рисунок 2) и 2013 году (Рисунок 3) также показал высокую аварийность в июле месяце, что указывает на устойчивую зависимость количества ДТП от времени года.

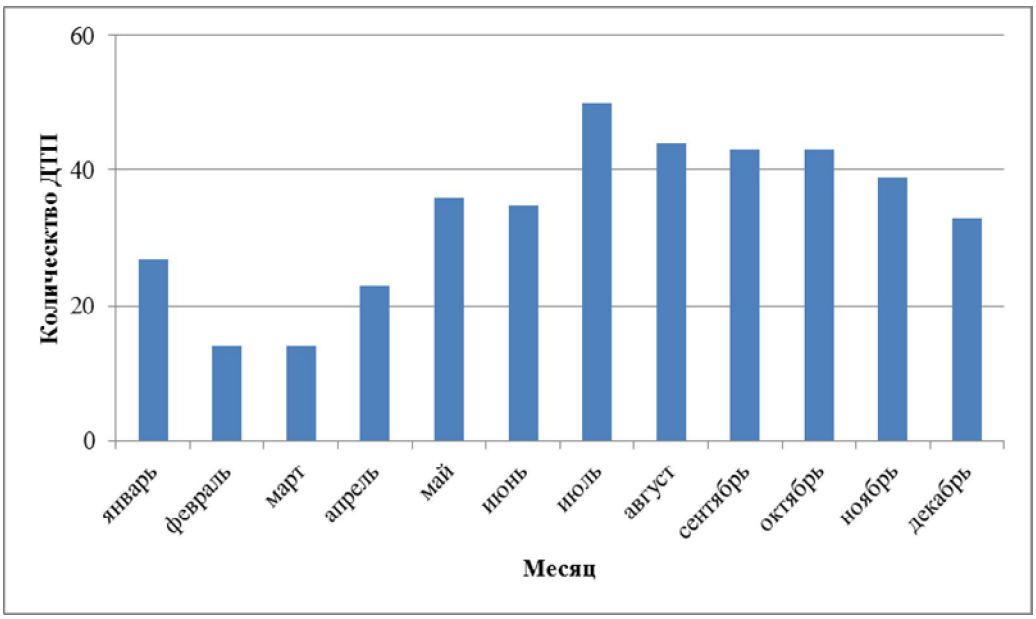


Рисунок 2 – Результаты временного анализа аварийности в 2014 году

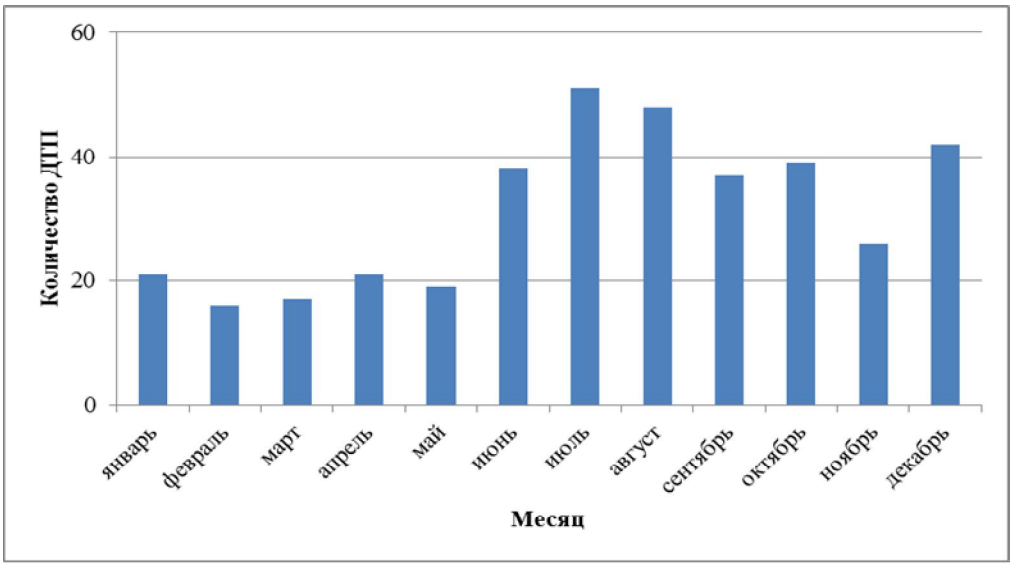


Рисунок 3 – Результаты временного анализа аварийности в 2013 году

Минимальные значения количества ДТП фиксируются в феврале и марте

Анализ графических зависимостей позволяет сделать вывод об устойчивой зависимости аварийности и сезонности. Наиболее аварийным месяцем является июль. Осенний период характеризуется более высокими значениями аварийности чем весенний. Наиболее низкие числа количества ДТП отмечаются к конце зимнего-начале весеннего периода (в период с февраля по апрель). Наибольший рост аварий наблюдается с апреля по июль (в 2-2,5 раза за 4 месяца). После августа-сентября начинается плавный спад аварийности. Потому особое внимание профилактическим мероприятиям необходимо уделить в период с апреля по август, нужно проводить дополнительную профилактическую работу

при пропуске на территорию региона транзитного транспорта. Также нужно уделить внимание работе по выявлению лиц, управляющих транспортным средством в состоянии алкогольного опьянения.

Список литературы

1. Печатнова Е. В. Изучение динамики основных показателей состояния дорожной безопасности в Российской Федерации / Е.В. Печатнова // Nauka-Rastudent.ru. 2014. № 12-1 (12). С. 45.

2.Паршина К.С. Сравнительный анализ распределения ДТП по месяцам на федеральных дорогах Алтайского края // Актуальные вопросы развития территорий : теоретические и прикладные аспекты : сборник научных статей студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей / Под общ. ред. Т.М. Сигитова. – Пермь: ИП Сигитов Т.М., 2016. – № 8. – С.15-17

3. Главное управление экономики и инвестиций Алтайского края [Электронный ресурс] URL:http://www.econom22.ru/economy/AltaiRegionCharacteristic/ (дата обращения 10.12.2016)

УДК 629.114.2.011.5:62-784.2

Викулин С.В., Викулин А.С.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОСТОЯННОГО И НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В настоящее время существует множество способов определения мест утечек среды в трубопроводах. Одним из рациональных методов является корреляционный метод поиска утечек жидкостей из трубопроводов под давлением. Предложены графики функций кросс-спектра и кросскорреляции, полученных в результате измерении, дана формула по определению места расположения утечки. Рассмотренный метод определения утечек из трубопровода экспериментально проверен на различных сегментах трубопровода. Методика корреляционного поиска утечек жидкостей из трубопроводов, работающих под давлением может быть распространена для проверки систем ЦЗТ на предмет утечек и образования микротрещин в системе трубопровода.

Ключевые слова: Трубопровод, корреляционный метод, утечка, функция кросс-спектра, функция кросскорреляции.

Abstract. Currently, there are many ways of determining the points of leakage of the medium in pipelines. One of the rational techniques is the correlation search method for leakage from pipes under pressure. Proposed graphics functions, cross-spectrum and crosscorrelation resulting dimension, given the formula for determining the location of the leak. The method of determining leakage from a pipeline is experimentally tested on various segments of the pipeline. The method of correlation search of leakage of fluids from pipelines operating under pressure can be applied to check systems CST for leaks and the formation of microcracks in the pipe system.

Keywords: Tubing, correlation method, a leak, a function of the cross-spectrum function crosscorrelation.

Современная авиация характеризуется применением не только различных марок топлива, но и большим его количеством, потребным для выполнения поставленных задач.

При проектировании и строительстве ЦЗТ на аэродроме исходя из условий местности, взаимного расположения склада ГСМ и мест стоянки, обслуживания и подготовки воздушных судов к полетам часть трубопроводов необходимо прокладывать под землей, в том числе и под аэродромными плитами мест стоянок ВС, технических позиций и т.д., что значительно осложняет проведение осмотров состояния, обнаружение и устранения утечек, проведение плановых ремонтов трубопроводов.

Изначально производится закладка железобетонных коробов, в которые впоследствии укладывается трубопровод. Это защищает от коррозии и воздействия почвы на металл, а так же облегает выполнение работ при ремонте. Однако не герметичность соединений коробов со временем приводит к попаданию вовнутрь грунта, который впоследствии накапливается и происходит непосредственный контакт с поверхностью трубопровода. В результате химических реакций взаимодействия двух соприкасающихся поверхностей возникает коррозия металла трубопровода, что может привести к возникновению микротрещин, а впоследствии к потерям топлива и попаданию в него посторонних частиц. Потери можно отследить только падением давления при заправке ВС на приборах, что заметно только при падении стрелки манометра как минимум на половину деления шкалы прибора, и то если не брать во внимание колебание стрелки из-за вибрации при осуществлении заправки. Определить утечку визуально невозможно из-за нахождения трубопровода под землёй. Проверка трубопроводов на герметичность, согласно руководящим документам, проводится 2 раза в год методом опресовки. Утечка топлива в течение даже нескольких дней может привести к значительным экономическим потерям. Помимо того определенно наносит серьезный ущерб экологии и обеспечению безопасности полетов в целом.

Определение мест утечек из скрытых трубопроводов под давлением является серьезной проблемой большие эксплуатационные затраты на земляные, восстановительные и другие работы, перебои в подаче топлива – все это обуславливает острую потребность в точном и оперативном определении мест утечек, локализации земляных работ и быстром восстановлении работоспособности системы.

Существует два инструментальных метода определения мест утечки: акустический (слуховой) и корреляционный.

Корреляционный метод обнаружения утечек среды в трубопроводах и определения мест их расположения основан на измерении виброакустического сигнала, генерируемого утечкой, с помощью двух датчиков, установленных непосредственно на трубопроводе. Если два датчика установить с двух сторон (в двух колодцах) от предполагаемого места утечки и измерить с помощью 2-канального анализатора взаимно-корреляционную функцию (далее по тексту – функцию кросскорреляции), то в этом случае можно определить разницу (задержку) по времени распространения сигнала от утечки до одного и до второго датчика.

Задержка определяется по максимуму функции кросскорреляции сигналов, измеренных датчиками. При известной скорости распространения сигнала (звука) по трубе и, зная расстояние между датчиками (колодцами, в которые они установлены), можно точно определить место расположения утечки с помощью элементарного расчета по формуле:

$$l_{1,2}=1/2\ (l \pm v*t), \qquad (1)$$

где l – расстояние между датчиками, м; v – скорость распространения звука в трубе, м/с; t – задержка по времени, определенная по максимуму функции кросскорреляции сигналов, измеренных двумя датчиками; $l_{1,2}$ – расстояние от утечки до одного (1) или другого (2) измерительного датчика.

Знак ± определяется тем, до какого из 2-х датчиков определяется расстояние от утечки, первого или второго.

Точность определения места утечки с помощью данного метода зависит от точности измерения временной задержки (точности идентификации максимума кросскорреляционной функции), точности измерения расстояния между датчиками и от точности определения скорости распространения сигнала утечки по трубопроводу.

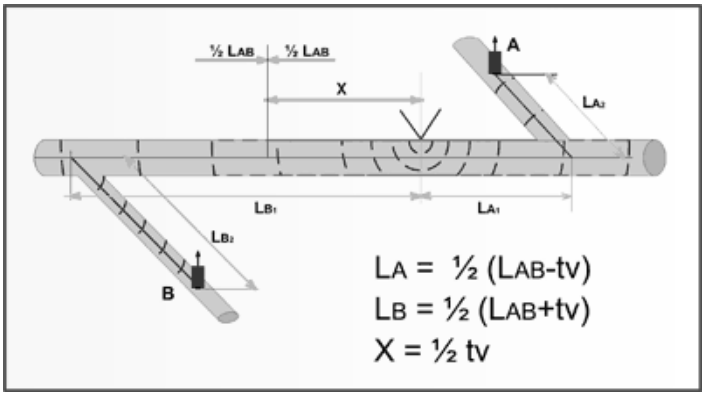
Первое (с методической точки зрения наиболее важное) определяется совершенством измерительного прибора как электронного устройства и применяемыми в нем алгоритмами программной обработки сигналов.

Второе – знанием трассы трубопровода.

Третье – отклонениями скорости распространения звука по трубе от её усредненного значения (1200 м/с), которые зависят от материала и способа укладки труб, температуры, давления, природы перекачиваемой жидкости, структуры грунта и других.

При условии корректного проведения измерений и выполнении всех необходимых требований, касающихся данной технологии точность обнаружения и определения мест расположения утечек с помощью корреляционного метода очень высокая (существенно выше акустического метода).

Иллюстрация корреляционно-акустического метода определения утечек, базирующегося на совместной обработке виброакустических сигналов, измеряемых двумя пьезодатчиками, устанавливаемыми на трубопровод в двух точках измерения, находящихся по концам проверяемого сегмента трубопровода приведена на рис. 1.



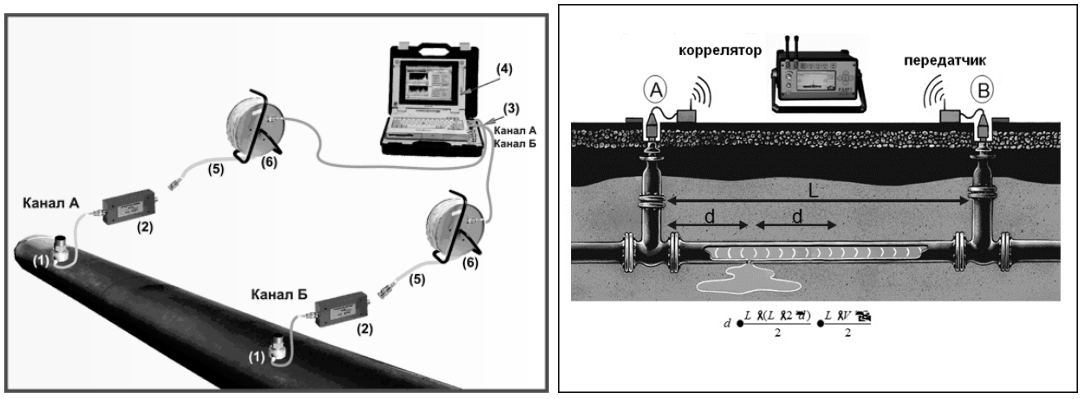
L_{AB} – расстояние между точками A и B (измеренное вдоль трубы);
A – расстояние до утечки от точки A; L_B – расстояние до утечки от точки B; t – время задержки прихода сигнала в точке A относительно точки B; v – скорость распространения сигнала по трубе

Рисунок 1 – Иллюстрация корреляционно-акустического метода определения мест утечек в трубопроводах

Предлагаю для точного определения мест расположения утечки использовать корреляционный метод обнаружения с помощью корреляционного течеискателя Т-2001, который основан на измерении виброакустического сигнала, генерируемого утечкой, с помощью двух датчиков, установленных непосредственно на трубопроводе (рис. 2).

Два датчика установить с двух сторон от предполагаемого (исследуемого) места утечки и измерить с помощью 2-х канального анализатора взаимно-корреляционную функцию (далее по тексту – функцию кросскорреляции), то в этом случае можно определить разницу

(задержку) по времени распространения сигнала от утечки до одного и до второго датчика.



а) б)

а – размещение приборов измерения с кабельным подключением;
б – размещение приборов измерения с безпроводным подключением

Рисунок 2 – Функциональная схема корреляционного течеискателя Т-2001

Функциональная схема корреляционного течеискателя (рис. 2) содержит следующие электронные устройства:

- два вибропреобразователя пьезоэлектрических (пьезоакселерометры (1) – это датчики, улавливающие виброакустические сигналы утечки, устанавливаемые в контрольных точках трубопровода;
- два предусилителя (2), находящиеся вблизи от контрольных точек трубопровода (как правило, не дальше 2–7 м от датчиков);
- измерительный прибор, содержащий модуль обработки сигналов (3), представляющий собой двухканальный полнофункциональный анализатор сигналов с синхронной обработкой сигналов по двум каналам
- портативный компьютер ноутбук (4), содержащий программы обработки и управления модулем обработки.

Датчики (1) с подсоединенными к ним предусилителями (2) составляют две чувствительных системы (А и В). Вторичный прибор в составе модуля обработки (3) и компьютера (4) составляют систему обработки сигналов, или коррелятор.

В течеискателе сигнал от чувствительных систем А и В на коррелятор передается по экранированным кабелям (5), кабели для удобства работы намотаны на кабельные катушки (6)

Принцип работы течеискателя. Датчики преобразуют виброакустические сигналы в точках измерений в электрические сигналы, которые подаются на подключенные к ним предусилители (2), усиливающие поступающие сигналы. Далее сигналы с чувствительных систем А и В по кабелю (в кабельной модификации) или по радиоканалу (бескабельная модификация) передаются на модуль обработки (3) коррелятора. Модуль обработки осуществляет аналогово-цифровое

преобразование по двум каналам А и В и передает преобразованные в цифровой вид сигналы по параллельному порту в компьютер (4).

В компьютере осуществляется программная обработка сигнала для получения временных и спектральных аналитических функций. Для определения утечки в компьютер также нужно ввести расстояние между датчиками и скорость распространения звука.

Утечка на трубопроводе является источником звукового сигнала (звуковых волн), который генерируется истечением среды. Сигнал от утечки распространяется вдоль трубы в двух направлениях – к точкам измерения А и В, расположенным с двух сторон от утечки. Время распространения сигнала до точек А и В будет различно в зависимости от расстояния от этих точек до утечки. В результате сигналы, полученные в точках А и В, будут сдвинуты во времени относительно друг друга на разницу времени прохождения сигнала утечки до этих точек. Если по этим сигналам рассчитать их функцию кросскорреляции, то получим ярко выраженный максимум, соответствующий этому временному сдвигу (рис.3). При отсутствии утечки функция кросскорреляции на экране коррелятора будет соответствовать рис. 4. Коррелятор как раз и предназначен для вычисления функции кросскорреляции этих 2-х сигналов. По расположению максимума функции кросскорреляции коррелятор измеряет упомянутую задержку сигналов и после введения расстояния между датчиками и скорости распространения звука по формуле (1) рассчитывает расстояние до утечки.

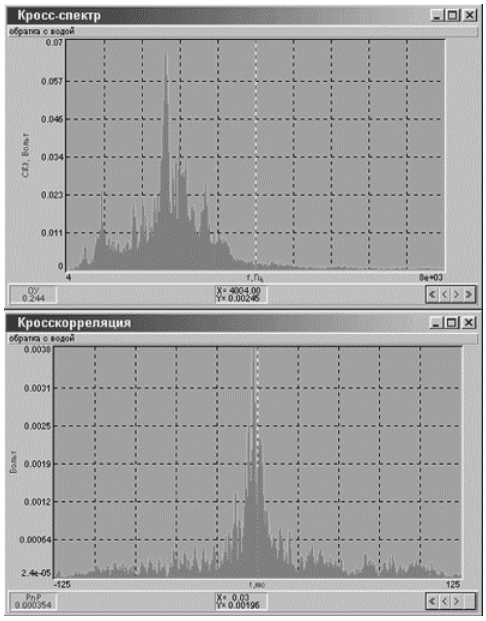


Рисунок 3 – Отображение функций кросс-спектра и кросскорреляции, полученных в результате измерений

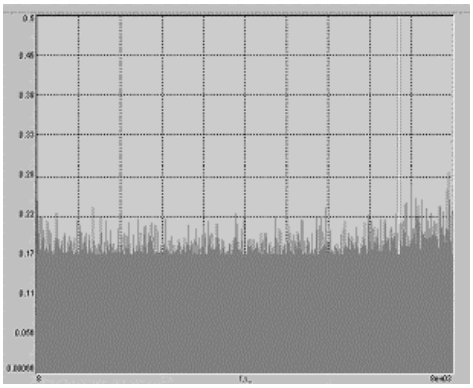


Рисунок 4 – Функция когерентности при отсутствии утечки

Для определения местоположения утечки требуется установить частотную полосу анализа на функции кросс-спектра или функции когерентности. Полоса должна охватывать значимые пики этих функций.

После ввода значений скорости звука и расстояния между датчиками расчет местоположения утечки осуществляется в приборе Т-2001 автоматически по максимуму функции кросскорреляции (рис. 5, 6).

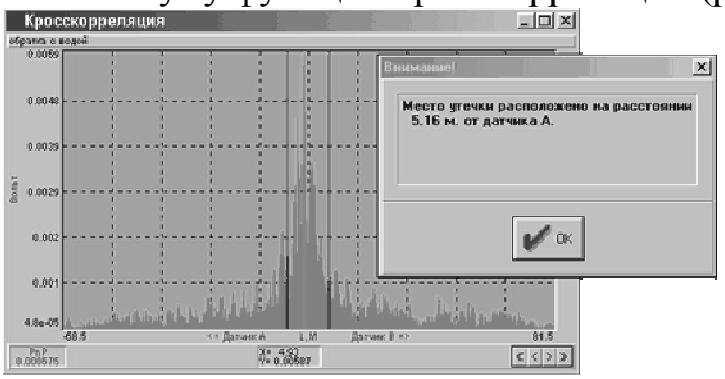


Рисунок 5 – Функция кросскорреляции с окном отображения места утечки

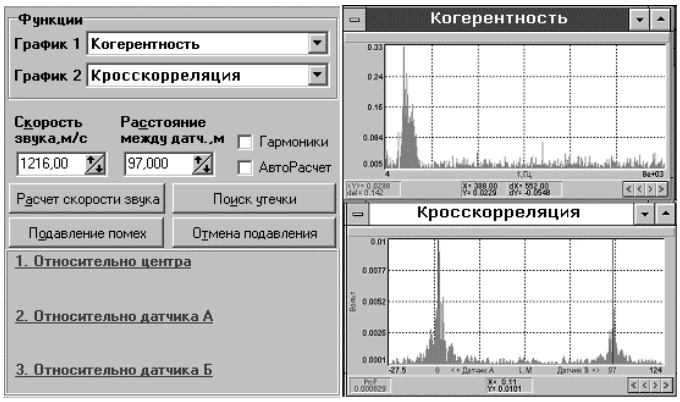


Рисунок 6 – Инструментальное измерение скорости распространения акустического сигнала по трубопроводу с помощью тестового воздействия на трубу

Датчики работают 24 часа в сутки и не требуют подзарядки в течение десяти лет. Информация о сохраненных шумах устройствами регистрации данных (логгерами) передается через радиопередачу в

движущийся автомобиль, объезжающий трубопроводную линию (трубопровод с прирельсового склада, трубопровод централизованной системы заправки воздушных судов). В автомобиле размещают мобильный приемник, который отображает полученные данные (оптически и акустически). Оборудование может эксплуатироваться персоналом без специальной подготовки (рис. 7).

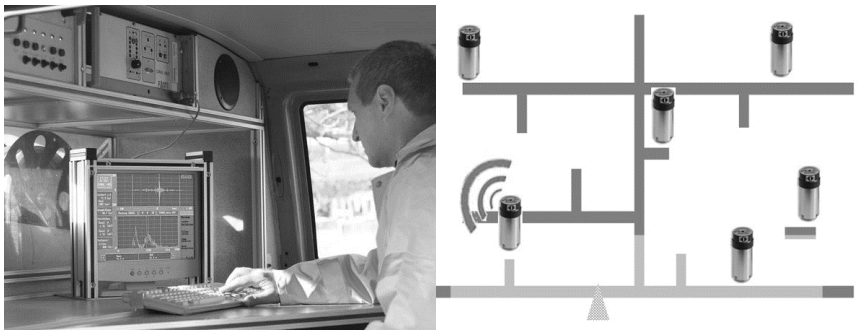


Рисунок 7 – Пульт оператора

Прибор Т-2001 разработан и изготовлен с использованием новейших технологий в области проектирования и микроэлектроники.

Наличие компьютера в составе комплекса позволяет модернизировать программное обеспечение, а также использовать его для других прикладных задач.

Автономное питание прибора (до 10 часов) не требует дополнительных источников напряжения.

Все результаты измерений сохраняются в базе данных для архива или последующего анализа. В течеискателе реализована функция защиты от случайных помех (автомобили, промышленные шумы, насосы).

Корреляционно-акустическая технология определения мест утечек и корреляционные течеискатели, реализующие эту технологию, имеют чрезвычайно высокие эксплуатационно-технические характеристики:

- высокую чувствительность, т.е. способность выявлять малые утечки;
- высокую точность определения местоположения утечек;
- высокую надежность результатов при определении мест утечек;
- независимость результатов от глубины прокладки трубопроводов;
- высокую помехоустойчивость при определении мест утечек;
- высокую производительность проверки трубопроводов.

В результате использования данного метода добиваемся следующих результатов:

- оперативность проверки герметичности системы;
- сведение к минимуму экономических потерь из-за утечек топлива;
- обеспечение безопасности полетов воздушных судов.

Список литературы

1. Блинов В.И. Акулов Ю.Т. Бахарев В.В. Зубцов В.В. Системы централизованной заправки летательных аппаратов топливом. Учебное пособие. ВВВАИУ, 1994. – С. 10-65.

2. M. Pal, N.Dixon, J.A. Flint and S. Datta. Characterising Leak Signals in Medium Density Polyethylene Pipes// Proceedings of National Symposium on Acoustics (NSA- 2006), New Delhi INDIA. 2006.

3. В.Н. Кольцов, А.Б. Косыгин, А.В. Половинкин Результат испытаний нового высокочувствительного корреляционного течеискателя.//Тез. Доклд. 3-й международной конференции «Неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности». Москва, 2004. – 246 с.

4. Дж. Бендат, А. Пирсол. Применение корреляционного и спектрального анализа. М.: Мир, 1983. – 240 с.

УДК 629.113

Винокуров В.Д., Винокуров С.Д., Ярош И.С.

КАРБИД КРЕМНИЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Аннотация. В статье обосновывается перспектива использования в электронных системах управления двигателей сельскохозяйственных автомобилей карбид-кремниевой элементной базы, которые по многим параметрам значительно превосходят полупроводниковые материалы на основе кремния.

Ключевые слова: электронные системы управления двигателей, карбид кремния.

Abstract. The article explains the prospects of using in electronic control systems for engines of agricultural vehicles of silicon carbide component base, which in many respects are far superior to semiconductor materials based on silicon.

Keywords. electronic control system engines, silicon carbide.

Транспорт является важным элементом инфраструктуры сельскохозяйственного производства, без его участия практически не осуществляется ни один вид сельскохозяйственной деятельности. Для транспортных работ широкое распространение получили грузовые автомобили, преимуществами которого являются высокая маневренность, большая провозная способность, быстрота доставки грузов и пассажиров,

меньшая себестоимость перевозок на короткие расстояния по сравнению с водным и железнодорожным транспортом.

В связи с наблюдающейся в последнее время тенденцией роста перевозок готовой продукции, органических и минеральных удобрений, кормов, строительных и топливно-смазочных материалов возникает опасность катастрофического экологического загрязнения окружающей среды. Поэтому от оснащенности организаций современными транспортными средствами в значительной степени зависит своевременность выполнения сельскохозяйственных работ, их качество и себестоимость продукции.

Для решения поставленных задач необходимо совершенствовать конструкции двигателей. Опыт мировых производителей современных автомобилей показал, что совершенствование конструкции двигателей сегодня базируется на широком внедрении электронных систем управления (ЭСУД), которая обеспечивает выполнение высоких норм на токсичные выбросы (ЕВРО-2 и выше) при сохранении высоких динамических показателей и низкого расхода топлива [4].

ЭСУД выполняют различные функции: управляют подачей топлива, зажиганием, рециркуляцией отработавших газов, временем накопления энергии в катушках зажигания, частотой вращения коленчатого вала на режиме холостого хода, продувкой адсорбера системы улавливания паров бензина, вентилятором системы охлаждения двигателя, а также системой рециркуляции отработавших газов.

Система состоит из микропроцессорного электронного блока управления, комплекта датчиков, исполнительных устройств и соединительных проводов. В связи с тем, что элементы ЭСУД расположены в непосредственной близости в двигателем, возникает вероятность появления отказа или изменение характеристик полупроводниковых приборов, чувствительных к перегреву, особенно в условиях высоких температур окружающей среды. К полупроводниковым приборам ЭСУД предъявляются следующие требования: возможность работы при высоких температурах окружающей среды без принудительного теплоотвода; снижение электромагнитных помех; низкие потери.

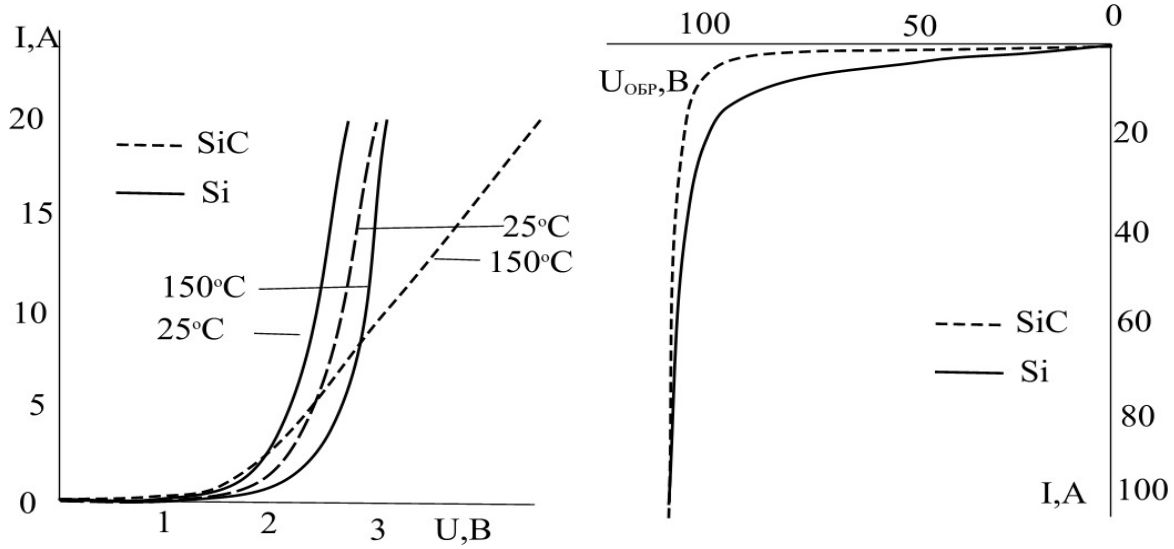
В ЭСУД сельскохозяйственного транспорта перспективным материалом для изготовления полупроводниковых приборов является карбид кремния, который по многим параметрам значительно превосходит полупроводниковые материалы на основе кремния (таблица 1) [5,6]. Он имеет в три раза большую ширину запрещенной зоны по сравнению, что означает больший диапазон рабочих температур и малый ток утечки. Электронные свойства таких приборов стабильны во

времени и слабо зависят от температуры, что обеспечивает высокую надежность изделий. Поле пробоя карбида кремния почти в десять раз больше поля пробоя кремния, что позволяет создавать приборы с очень высокими напряжениями пробоя. Малое удельное сопротивление в открытом состоянии, высокая плотность тока и теплопроводность позволяет использовать маленькие по размерам кристаллы для приборов ЭСУД.

Таблица 1. Характеристики полупроводниковых материалов

Наименование параметра	Si	SiC
Ширина запрещенной энергетической зоны, эВ	1,12	3,26
Критическая напряженность электрического поля, МВ/см	0,25	2,2
Сопротивление в открытом состоянии, мОм·см^2	70	1,4
Концентрация собственных носителей, в см^3 при 300 К	$1{,}5\cdot10^{18}$	$5\cdot10^{18}$
Теплопроводность, Вт/см·К	1,5	3,0-4,8
Диапазон рабочих температур кристалла, ^{0}C	-60 − +120	-60 − +650

Приведенные на рисунке 1 [5] прямые ветви вольтамперной характеристики (ВАХ) кремниевого и карбид-кремниевого р-п переходов показывают, что падение напряжения на карбид-кремниевом переходе ниже и имеет положительный температурный коэффициент, что позволяет параллельно включать любое количество кристаллов без принятия дополнительных мер по выравниванию токов.



а б

а - прямая ветвь ВАХ; б - обратная ветвь ВАХ

Рисунок 1 - ВАХ кремниевого и карбид-кремниевого р-п перехода

Исследования [2,3] показывают, что ток через карбид-кремниевый р-п переход при его выключении имеет характер слабого переходного

процесса, в то время как у кремниевого материала наблюдается ярко выраженный эффект обратного восстановления. Причем амплитуда тока и временной интервал имеет существенную температурную зависимость (рисунок 2). Аналогичная ситуация наблюдается и с пиковым током при включении диодов. У карбид-кремниевых приборов ток восстановления всегда меньше, чем у традиционных кремниевых, и не зависит от температуры, что обеспечивает чистые фронты импульсов, низкие потери и снижение электромагнитных помех. В связи с этим, потери при восстановлении сокращаются на 2/3, а также уменьшается нагрев прибора. Ток обратного восстановления, а следовательно и пиковый ток, кремниевого диода растет с повышением температуры, увеличивая потери на переключения и вероятность теплового пробоя.

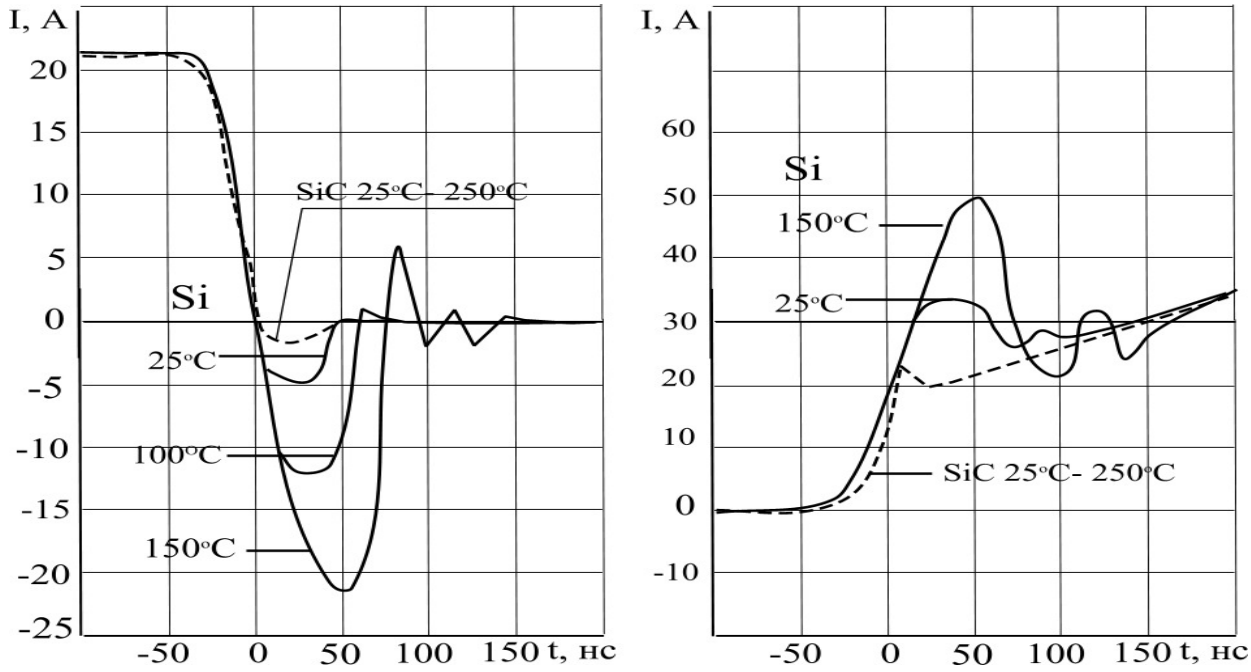


Рисунок 2 - Осциллограмма токов при выключении и включении полупроводниковых приборов

Динамические потери в карбид кремниевом приборе при различной частоте преобразования оказываются намного ниже, чем у кремниевого аналога, и не зависят от температуры (рисунок 3). Карбид кремниевые приборы способны работать при повышенных частотах коммутации, что способствует уменьшению массо-габаритных показателей ЭСУД.

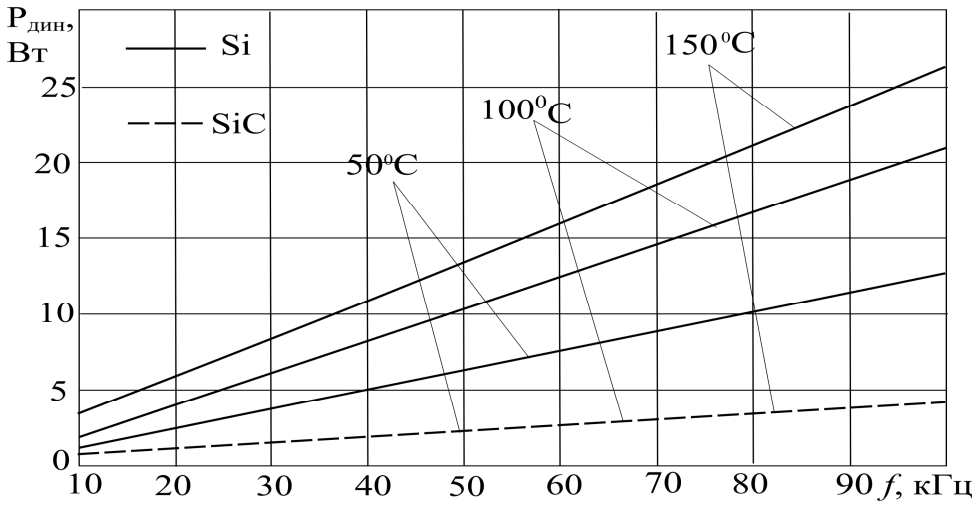


Рисунок 3 - Зависимость динамических потерь от частоты преобразования кремниевого и карбид-кремниевого прибора

Карбид кремния имеет высокую теплопроводность, что снижает тепловое сопротивление кристалла по сравнению с кремнием в два раза, и делает его менее чувствительными к тепловому воздействию. Из зависимости на рисунке 4 видно, что карбид кремниевый р-п переход более устойчив к перегреву, чем аналогичный прибор из кремния [1,3].

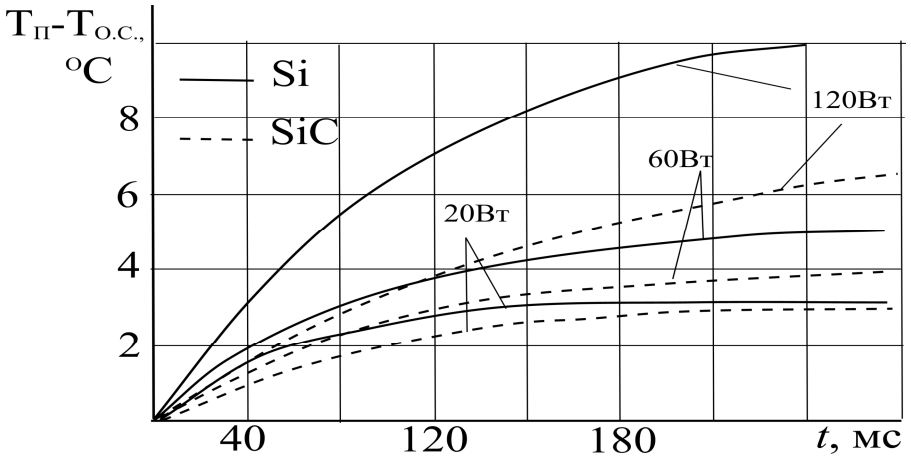


Рисунок 4 - Динамический разогрев кремниевого и карбид-кремниевого р-п переходов при действии электрической мощности.

Из анализа динамического разогрева кремниевого и карбид-кремниевого р-п переходов при действии электрической мощности следует:

скорость нагрева полупроводника при действии электрической мощности зависит от ее величины и у карбид-кремниевого прибора она в 1,3..1,7 раза меньше на временном диапазоне 0…240 мс, что

свидетельствует о более высокой стойкости к перегреву по сравнению с аналогичным кремниевым прибором;

при увеличении приложенной мощности в 3 раза скорость нагрева увеличивается в 1,8 раза для кремниевых приборов и 1,2 раза для карбид-кремниевых приборов, что указывает на лучшие термостабильные характеристики карбид-кремниевых приборов;

при повышении приложенной электрической мощности разность между скоростями нагрева для карбид-кремниевых приборов снижается на 15%, что может указывать на незначительное влияние температуры окружающей среды в сравнении с кремниевыми приборами, а значит создает возможность создавать менее габаритные системы теплоотводов.

Приведенные аспекты развития полупроводниковых материалов свидетельствуют о том, что появляется техническая возможность реализации эффективной ЭСУД для сельскохозяйственного транспорта. Электронные устройства, созданные на основе карбид кремния, будут обладать меньшими массо-габаритными характеристиками, низкими потерями энергии при коммутации, более высоким быстродействием, высокой надежностью при работе в широких диапазонах температур окружающей и малыми потерями.

Список литературы

1. Аксенов А.И., Глушкова Д.Н., Иванов В.И. Отвод тепла в полупроводниковых приборах. −М.: «Энергия», 1971. −176с.

2. Войтович В. Si, GaAs, SiC, GaN – силовая электроника. Сравнение, новые возможности/ В. Войтович, А. Гордеев, А. Думаневич // Силовая электроника, 2010. −№ 5. − С. 4-10.

3. Кирстед П. Второе поколение SiC MOSFET с повышенной эффективностью и сниженной стоимостью//Силовая электроника, 2013. −№ 6. −С. 24-26.

4. Поливаев О.И. Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведринский. — М.: КНОРУС, 2011. — 96 с.

5. Полищук А.С. Применение карбид-кремниевых силовых диодов Шоттки в IGBT инверторах с жестким переключением // Силовая электроника.− 2006.−№1.−С.32−37.

6. Слабухин А.В. Диоды с барьером Шоттки на основе карбида кремния в корректорах коэффициента мощности//Компоненты и технологии.−2005.− №2.−С.12−16.

УДК 621.352:625.717

Винокуров С.Д., Воронов А.А., Винокуров В.Д.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРОВ

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г.Воронеж

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования электрохимического генератора на топливных элементах как перспективного источника электрической и тепловой энергии в целях повышения эффективности и надежности энергоснабжения сельских потребителей. Проводится анализ существующих типов топливных элементов с целью определения наиболее подходящего для электро- и теплоснабжения сельских потребителей.

Ключевые слова: средства энергоснабжения, электрохимические генераторы, топливные элементы, источники электрической энергии.

Abstract. In article use possibility on means of land service of the general application of fuel elements as perspective source of electric energy with a view of efficiency and reliability increase is considered. The analysis of all existing types of fuel elements for the purpose of revealing of the most suitable to use on means of land service is carried out.

Keywords: Means of land service of the general application, fuel cells, sources of electric energy.

Основными направлениями развития систем электро- и теплоснабжения сельскохозяйственного производства являются исследования и разработки высокоэффективных энергетических ресурсосберегающих технологий, технических средств и систем на их основе для энергоснабжения производственных объектов основных энергопотребляющих отраслей сельского хозяйства [1, 2]. Существующие системы энергоснабжения не в полной мере удовлетворяют данным требованиям в силу ужесточения требований к качеству электроэнергии, увеличении площадей, занимаемых электрическими сетями, «старения» электрических сетей [3]. Источником электрической энергии являются централизованные воздушные либо кабельные линии электропередач, срок эксплуатации которых оценивается не более 40 лет. Высокое напряжение линий электропередач преобразуется в местах его потребления в трансформаторных подстанциях.

Вследствие обрыва и схлестывания проводов, падения опор, повреждения изоляторов, повреждения подстанционной аппаратуры, отказов трансформаторов возникает вероятность потери

электроснабжения потребителей. Появляется необходимость применять резервные схемы электроснабжения, то есть питание осуществлять от независимого и автономного источника питания. В статье [4] для этих целей предлагается использовать устройства АВР, установленные на подстанции или в линии, а при автономном – ручной ввод.

Альтернативой существующим резервным источникам электроэнергии являются электрохимические генераторы (ЭХГ) на топливных элементах, которые нашли применение на автомобилях, космической технике, подводных лодках [5]. Они малогабаритны, способны к блочно-модульному построению, быстро могут быть доставлены к местам аварий на линиях электроснабжения. При работе ЭХГ не выделяют вредных веществ, бесшумны, просты в эксплуатации, требуют минимальных затрат на обслуживание.

Выработка электроэнергии происходит в батарее топливных элементов (ТЭ). В зависимости от условий применения и требований к источнику электроснабжения используются различные типы реагентов и ионообменных мембран. Для питания сельских потребителей основными требованиями к источнику электрической энергии являются надежность, долгосрочность работы, возможность работы на любом доступном виде топлива (в том числе биоматериалы, биоотходы), высокий КПД, работа в широком диапазоне температур, возможность использования теплоты, быстрое время ввода в эксплуатацию и выхода на режим.

Низкотемпературные ТЭ, работающие при комнатной температуре, не требуют длительного времени для выхода на рабочий режим и дополнительных затрат на разогрев электролита. К ним относятся щелочные и твердополимерные ТЭ. В щелочных ТЭ в качестве реагентов используются водород и кислород, а в качестве электролита – щелочные растворы, капиллярные мембраны, пропитанные едким калием, и ионообменные мембраны катионного типа. Щелочные растворы обладают высокой электрической проводимостью, в элементах можно использовать относительно недорогие конструкционные материалы. Однако недостатком щелочных электролитов является их карбонизация углекислым газом, а для обеспечения высоких скоростей реакций необходимо использовать дорогостоящие катализаторы, что удорожает источник. К тому же жидкие электролиты усложняют конструкцию электродов и источника. В последнее время проводятся работы по улучшению параметров щелочных ТЭ и по созданию энергоустановок на их основе, работающих на недорогом топливе и воздухе [5].

В твердополимерных ТЭ электролитом служит ионообменная мембрана, обладающая проводимостью по ионам водорода. Так как электролит имеет кислотный характер, то в данном типе ТЭ возможно

применение воздуха и технического водорода, что позволяет снизить стоимость и упрощает конструкцию всей энергоустановки. Однако при эксплуатации твердополимерных ТЭ возможно отравление катализатора монооксидом углерода, который может присутствовать в анодных газах после конверсии топлива. К тому же проблемным вопросом остается регулирование влажности мембраны, так как при недостатке воды снижается электропроводность мембраны, а при избытке воды ухудшаются характеристики катода. Необходимость регулирования и сохранения влажности мембраны создает проблемы эксплуатации при температурах ниже 0°С.

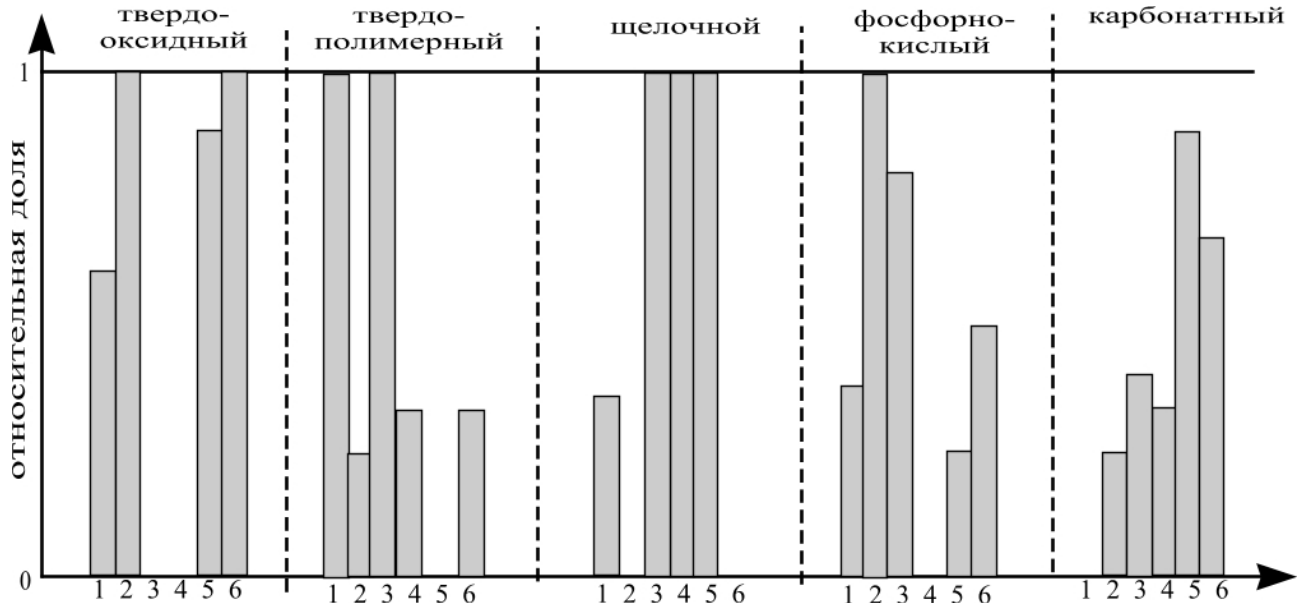
В последние годы уделяется большое внимание разработке ТЭ с прямым окислением метанола. Это обусловлено большим количеством электричества, которое можно получить при электроокислении метанола, его невысокой стоимостью, простотой хранения, возможностью окисления при невысоких температурах. Проблемой метанольных ТЭ является малый ресурс работы и проникновение метанола к катоду, вызывающее потерю топлива и уменьшение напряжения.

Повышение скорости электродных реакций без использования дорогостоящих катализаторов можно добиться повышением температуры работы ТЭ либо использованием высокоактивных реагентов, например гидразина. Повышение температуры требует создания дополнительных разогревающих устройств, что снижает удельные характеристики ЭХГ, а использование токсичного гидразина делает установку опасной и повышает ее стоимость.

В последние годы наиболее перспективными являются ТЭ с расплавленными и твердыми электролитами. В твердооксидных ТЭ электролитом является керамический материал, проницаемый для ионов кислорода. Эти элементы работают при очень высокой температуре (700 ºС–1000 ºС), поэтому они не нуждаются в использовании дорогих катализаторов. В этих ТЭ ионы кислорода проходят через твёрдый оксид, который используется в качестве электролита, и при высокой температуре реагируют с водородом на аноде. Твердооксидные ТЭ не отравляются монооксидом углерода, в них могут использоваться разные виды топлива, в том числе углеводороды и биоматериалы. Все используемые в твердооксидных ТЭ материалы достаточно распространенны в земной коре, а биоматериалы легкодоступны в сельской местности. Используемые материалы при рабочих температурах 600 °С–900 °С термодинамически устойчивы. Таким образом, срок службы единичного твердооксидного ТЭ достигает 80000 тысяч часов. Ресурсные испытания батарей элементов (модулей, стеков), проводимые за рубежом, превысили 40000 тысяч часов [5].

Для выбора оптимального типа ТЭ был проведен сравнительный анализ существующих образцов по следующим параметрам: удельная мощность, напряжение ТЭ, ресурс работы, время выхода на рабочий режим, стоимость, количество используемых реагентов, электрическая проводимость. Сравнительный анализ был проведен с использованием метода обобщенных параметров. Наилучшее значение для каждого параметра сравнения принято за единицу, наихудшее – за ноль, а остальные значения выражены в относительных долях. Так как рассматриваемые параметры сравнения неравнозначны, то вводятся весовые коэффициенты, учитывающие степень важности каждого параметра. Наиболее значимыми являются параметры, определяющие электрические характеристики системы и ее надежность, время выхода на рабочий режим, которым определены максимальные значения весовых коэффициентов. Сумма весовых коэффициентов равна единице. Общий показатель определяется суммированием соответствующих произведений относительных долей и весового коэффициента. Результаты анализа представлены в таблице 1.

На рисунке 1 представлена гистограмма сравнения различных электролитов ТЭ по ранжиру в порядке снижения итогового показателя.



1 – удельная мощность; 2 – ресурс работы; 3 – время выхода на рабочий режим; 4 – напряжение; 5 – стоимость; 6 – количество используемых реагентов

Рисунок 1 – Гистограмма сравнения различных типов электролитов ТЭ по ранжиру в порядке снижения итогового показателя

Таблица 1 – Сравнительный анализ ТЭ

Параметр сравнения	Весовой коэффициент	Тип электролита				
		щелочной	твердополимерный	фосфорнокислый	карбонатный	твердооксидный
Удельная мощность, кВт/м^2	0,24	2,25 0,36 0,0864	3,75 1 0,24	2,3 0,38 0,0912	1,4 0 0	2,8 0,6 0,144
Ресурс работы, тыс.ч	0,2	10 0 0	20 0,25 0,05	50 1 0,2	20 0,25 0,05	50 1 0,2
Время выхода на рабочий режим, мин	0,17	0 1 0,17	0 1 0,17	20 0,8 0,136	60 0,4 0,068	100 0 0
Напряжение ТЭ, В	0,14	0,9 1 0,14	0,8 0,33 0,0462	0,75 0 0	0,8 0,33 0,0462	0,75 0 0
Стоимость, тыс. дол/кВт	0,13	1 1 0,13	5 0 0	4 0,25 0,0325	1,5 0,88 0,1144	1,5 0,88 0,1144
Количество используемых реагентов	0,12	2 0 0	4 0,33 0,0396	5 0,5 0,06	6 0,67 0,0804	8 1 0,12
Итоговый показатель	1	4,36 0,5264	3,07 0,5458	2,97 0,5197	2,61 0,359	3,48 0,5784

Из анализа данных таблицы 1 и гистограммы (рисунок 1) следует:

лучшими совокупными характеристиками для питания сельских потребителей обладает твердооксидный электролит;

лучшими совокупными характеристиками без учета весовых коэффициентов обладают щелочной и твердооксидный электролиты;

щелочной электролит имеет лучшие показатели по 3 параметрам сравнения, что обусловило высокое значение итогового показателя;

твердооксидный и твердополимерный электролиты имеют лучшие показатели по двум параметрам сравнения, однако твердополимерный электролит обладает лучшими характеристиками по наиболее значимым параметрам сравнения, для которых весовой коэффициент имеет наибольшее значение.

В топливных элементах удается получить плотность тока 0,5 А/см^2 при напряжении 0,8 В [6]. Это означает, что для получения требуемых значений напряжения и мощности потребуется последовательно соединить их в батарею. При обслуживании сельских потребителей при аварийных режимах достаточно иметь источник блочно-модульной конструкции мощностью 20 кВт, а при необходимости потребления бóльших мощностей – соединять их между собой параллельным способом.

Блок ТЭ, способный выдавать мощность в 20 кВт электроэнергии, будет иметь размеры, соизмеримые с обычными аккумуляторными батареями, но работающий более длительное время без подзарядки.

Для непрерывной работы ЭХГ помимо блока топливных элементов необходимы системы хранения, подготовки и подачи топлива и окислителя, системы отвода продуктов реакции и тепла, автоматической системы контроля электрических параметров генератора. Эти системы необходимо рассматривать в совокупности с блоками топливных элементов, так как анализ работы и оптимизация параметров всей энергетической установки возможна при учете взаимного влияния всех компонентов.

Запас реагентов в системе хранения определяется мощностью и временем работы ЭХГ между заправками. Масса реагентов зависит от их агрегатного состояния и способа их хранения. Так для хранения газообразных реагентов используются стальные баллоны. Для снижения массы тары целесообразно хранить реагенты в криогенном состоянии либо путем связанного хранения в виде химических соединений.

Для большинства сельских потребителей требуется электрическая энергия переменного тока напряжением 220 В. Преобразовывая постоянный ток, полученный в ЭХГ, в инверторах и конверторах, можно получить постоянный и переменный ток требуемого номинала. В процессе генерации электроэнергии в ТЭ происходит образование тепловой энергии, которую целесообразно использовать для обогрева помещений. Вариант структурной схемы электрохимической энергоустановки, предназначенной для питания сельскохозяйственных потребителей, показан на рисунке 2.

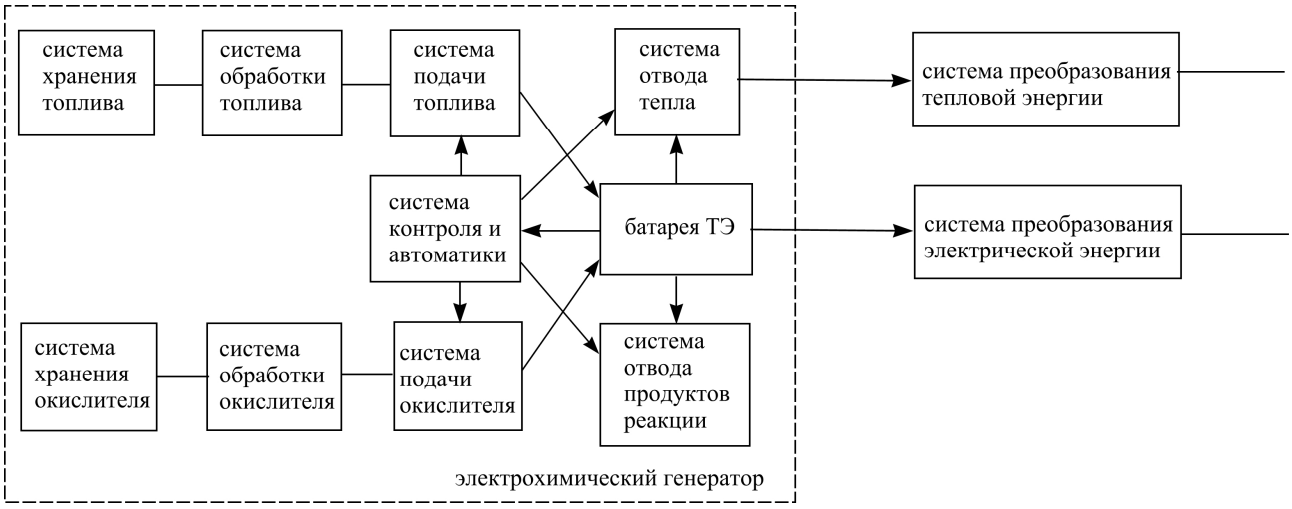


Рисунок 2 – Структурная схема электрохимической энергоустановки

Таким образом, для повышения надежности электроснабжения сельскохозяйственных объектов в качестве резервного источника питания целесообразно применять ЭХГ на твердооксидных ТЭ, которые способны к блочно-модульному построению, занимают меньше объема, но при этом обеспечивают потребители необходимыми параметрами электрической энергии. Электрохимический генератор в совокупности с системой преобразования тепловой энергии способен обеспечить потребители теплом, тем самым повышается эффективность использования энергоустановки.

Список литературы

1. Растимешин С.А. Основные направления развития систем теплоэнергоснабжения сельскохозяйственного производства / С.А. Растимешин, И.Ю. Долгов, Д.А. Тихомиров, М.Н. Фильков // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 8-й Международной научно-технической конференции (16-17 мая 2012 года, г. Москва, ГНУ ВИЭСХ). В 5-ти частях. Часть 1. Проблемы энергообеспечения и энергосбережения. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. – 384 с. С. 102-110.

2. Боков Г.С. Современные проблемы электрических сетей для эликтрификации сельского хозяйства / Г.С. Боков // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 8-й Международной научно-технической конференции (16-17 мая 2012 года, г. Москва, ГНУ ВИЭСХ). В 5-ти частях. Часть 1. Проблемы энергообеспечения и энергосбережения. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. – 384 с. С. 93-101.

3. Эбина Г.Л. Требования к сети централизованного электроснабжения / Г.Л. Эбина // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 8-й Международной научно-технической конференции (16-17 мая 2012 года, г. Москва, ГНУ ВИЭСХ). В 5-ти

частях. Часть 1. Проблемы энергообеспечения и энергосбережения. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. – 384 с. С. 88-92.

4. Grigorov E. The electrochemical direct current generator for space system “Buran” / E. Grigorov, N. Korovin, C. Hudjakov // Abstr. 42 ISE Meeting. Montreux. 1991. 1-18.

5. Коровин Н.В. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки / Н.В. Коровин. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 280 с.

6. Иванов В.В. Формирование многослойных структур твердооксидного топливного элемента / В.В. Иванов, А.С. Липилин, А.В. Спирин и др. // Альтернативная энергетика и экология. – 2007. – № 2 (46). – С. 75-88.

УДК 629.3.065

Волокитин А.А., Иванов В.П., Ломовских А.Е., Черноиванов В.И.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЖИДКОГО МОТОРНОГО ТОПЛИВА

ВУНЦ ВВС «ВВА им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В статье рассматривается один из способов улучшения процесса горения углеводородного топлива, улучшения топливной экономичности и снижения количества вредных веществ в отработавших газах путем улучшения эксплуатационных свойств моторного топлива за счет его обработки в активаторе-смесителе. Здесь следует выделить несколько основных устройств: комбинированные статические активаторы-смесители для повышения гомогенности жидкофазной системы; устройства для магнитной обработки жидкости, преимущественно для двигателей внутреннего сгорания.

Ключевые слова: активатор-смеситель, обработка жидкого моторного топлива, магнитопровод, ферромагнит.

Abstract. The article discusses one way of improving the combustion of hydrocarbon fuels, improving fuel efficiency, reducing the amount of harmful substances in the exhaust gas when fuel is processed in activators-mixers to improve the performance properties of the fuel. Here there are several important devices: combined activators static mixers for improving the homogeneity of liquid-phase system; the device for magnetic treatment of liquid, mainly in the internal combustion engine.

Keywords: the activator is mixer, the processing liquid fuel, magnetic, ferromagnet.

На современном этапе развития автомобилестроения, в связи с быстрым увеличением количества автомобилей стала актуальной проблема экономии не возобновляемого нефтяного топлива. Также нависшая над миром экологическая проблема, и, в частности, появление смога над крупными городами, заставляет ужесточать требования по

выбросу вредных веществ в окружающую среду, в связи с этим появились «ЕВРО» стандарты. Поэтому становятся особенно актуальны проблемы качества жидких нефтяных топлив и непосредственно количества вредных веществ, выделяемых при сгорании.

Возможным решением данных проблем для автомобилестроения является модернизация систем питания двигателей внутреннего сгорания (ДВС) путем использования в её составе устройства – активатора-смесителя для обработки жидкого углеводородного топлива, которое позволяет существенно улучшить эксплуатационные свойства топлива [1].

Проведенный анализ существующих активаторов-смесителей показывает, что с точки зрения целесообразности и практической реализации наиболее приемлемыми для автомобилей являются два типа устройств: комбинированный статический смеситель-активатор для повышения гомогенности жидкофазной системы; устройство для магнитной обработки жидкости, преимущественно в двигателе внутреннего сгорания. Данные устройства востребованы особенно в регионах с холодными климатическими условиями, для повышения их пусковых свойств, что позволяет без сбоев эксплуатировать автомобильную технику.

Основным недостатком существующих статических смесителей-активаторов является недостаточная эффективность обработки моторных топлив при установке в систему питания автомобиля из-за невысокого давления, развиваемого топливным насосом, установленным в штатной системе питания ДВС.

В связи с этим для обработки моторного топлива применяются магнитные устройства, состоящие из источника питания и электромагнита, размещенного на топливопроводе выполненного из диамагнитного материала и снабженного катушкой, выполненной из диэлектрика, электрической обмоткой с выводами и наружным магнитопроводом, выполненным в виде полого ферромагнитного кожуха с торцевыми ферромагнитными шайбами. В качестве источника питания используется генератор постоянного тока объекта, а выводы электрической обмотки подключены к источнику питания так, чтобы магнитные силовые линии в топливопроводе совпадали с направлением потока топлива. Однако недостатком известных устройств является неудовлетворительная эффективность обработки топлива за один проход.

С учетом всех описанных выше недостатков, авторами разработан комбинированный статический смеситель-активатор для повышения гомогенности жидкофазной системы, который состоит из трех последовательно установленных смесителей различного типа действия.

Разработанное устройство совмещает в себе функции как смесителя-активатора, так и магнитного устройства [2].

Данное конструктивное решение позволяет повысить эффективности обработки моторного топлива (при установке активатора в штатной системе питания автомобиля) за один проход непосредственно во второй секции активатора, путём создания процесса ионизации всего состава топлива, проходящего через эту секцию, с возможностью изменения молекулярных свойств топлива и накоплением «активированных» частиц в его составе. Таким образом достигается более полное окисление топлива кислородом, обеспечивающее экономию топлива при минимальных изменениях конструкции ДВС.

Предлагаемое устройство состоит из трех последовательно установленных секций различного принципа действия, представленных на рисунке 1.

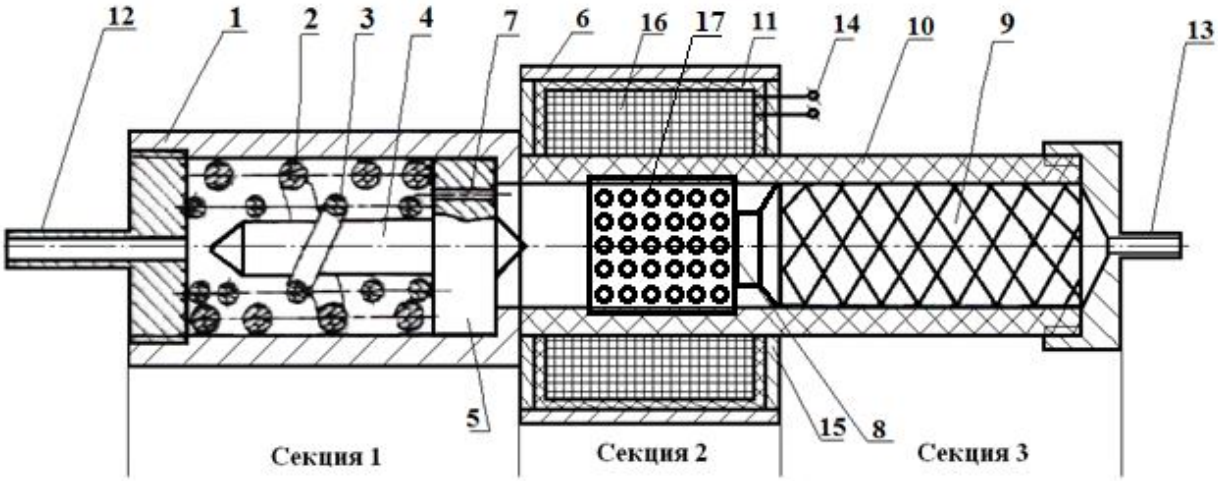


Рисунок 1 – Активатор жидкого углеводородного топлива

Основными элементами конструкции являются: цилиндрический корпус 1; винтовые элементы 2 и 3; цилиндрический стержень 4; цилиндрическая вставка 5; наружный магнитопровод 6, выполненный в виде полого ферромагнитного кожуха; каналы 7; промежуточная камера 8; смесительный элемент 9; корпус 10, выполненный из диамагнитного материала; катушка 11; торцевая крышка с входным штуцером 12; торцевая крышка с выходным штуцером 13; электрические выводы 14; торцевые ферромагнитные шайбы 15; электрическая обмотка 16; вставка с размещенными в ней магнитами 17 произвольной формы и размеров.

Принцип работы данного устройства заключается в следующем. При работающем двигателе топливо подается под давлением, создаваемым штатным топливным насосом, который на рисунке 1 не показан, на вход активатора, а от генератора постоянного тока ДВС подается напряжение на электромагнит через электрические выводы.

Пройдя первую секцию устройства, в которой за счет спиральных пружин, разной направленности, струи топлива перемешиваются и мелкие капли топлива поступают во вторую секцию, корпус которой выполнен из диамагнитного материала, а снаружи крепится магнитопровод. Он выполнен в виде полого ферромагнитного кожуха с торца закрывающийся ферромагнитными шайбами с размещёнными внутри катушкой с электрической обмоткой, соединенной через электрические выводы с генератором постоянного тока ДВС так, чтобы магнитные силовые линии в активаторе совпадали с направлением потока топлива.

Внутри корпуса размещена вставка, с размещенными в ней магнитами произвольной формы и размеров, через которую проходит весь объем углеводородного топлива. В этой секции вся струя проходящего топлива подвергается воздействию мощного электромагнитного поля, созданного этими магнитами и усиленного мощным электромагнитом, состоящим из наружного магнитопровода с размещёнными внутри катушкой с электрической обмоткой. В результате такой конструкции, во второй секции, происходит процесс ионизации всего состава топлива, проходящего через нее с изменением молекулярных свойств топлива и накоплением «активированных» частиц в его составе. Наличие в такой конструкции только наружного магнитопровода позволяет устройству в максимальной мере «загнать» электромагнитную энергию обмотки с помощью магнитной вставки в струю проходящего топлива, в результате происходит более глубокое изменение молекулярных свойств топлива, и как следствие более полное его сгорание в двигателе.

Затем топливо поступает в третью секцию устройства, где осуществляется окончательное дробление и распределение потока на мини-струи и капли, за счет чего достигается высокая степень гомогенизации.

Все перечисленные конструктивные решения приводят к существенному улучшению эксплуатационных свойства топлива. В пропущенном, через предлагаемый активатор, за один проход в топливе появляется комплекс новых легких углеводородов, которого до этого не было. При работе ДВС на таком топливе возможно получить: экономию любого вида топлива на 15…30 %; снижение выбросов углеводородов (CO) в отработавших газах на 20…40 %.

Представленный активатор-смеситель сочетает в себе совокупность не сложных и технически подобранных элементов, которые позволяют, не изменяя конструкции штатной системы питания двигателя, приготовить топливо высокого качества и подать её в штатную систему питания ДВС.

Результаты апробации данного устройства проведенные в Государственном научном учреждении Всеросийский научно-

исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук на храматографе Кристаллюкс-4000М показали, что:

- при обработке светлых нефтепродуктов активатором происходит существенное уменьшение концентрации углеводородов моторных топлив с числом атомов углерода в молекуле больше 20 (высококипящие фракций) с одновременно протекающим синтезом путем самоорганизации легких углеводородов (гексана, гептана, 3 н-пентана);

- концентрация указанных легких углеводородов достигает более 20 %;

- в результате обработки активатором в моторном топливе наблюдается снижение содержания массовой доли серы (в 1,5…2 раза) и концентрации фактических смол (до 9 раз);

- содержание в выхлопных газах токсичных соединений в зависимости от режима работы двигателя снижается по CO – до 79 %; по NO и NO_2 – до 14 %.

Представленный в статье материал позволяет сделать вывод, что разработанный активатор углеводородного топлива может быть рекомендован для установки на всех видах транспортных средств и сельхозтехники с целью снижения расхода топлива до 30 % и уменьшения содержания токсичных соединений в выхлопных газах. Особенно при эксплуатации автомобильной техники в холодном климатическом регионе, так как при обработке топлива в смесителе-активаторе тяжелые углеводороды дробятся на более легкие, тем самым снижается количество парафинов, которые при низких температурах кристаллизуются. Поэтому обработанное топливо в смесителе-активаторе замерзает при более низких температурах, чем обычное топливо.

Также следует отметить, что процесс обработки углеводородных топлив путем использования представленного активатора является низко-затратным по энергетическим и экономическим показателям.

Список литературы

1. Поливаев О.Н. Тракторы и сельхозмашины / Панков А.В., Иванов В.П., Золотых Е.Д. 2011. №3. С. 43–45.

2. Патент №2498094 Российская Федерация МПК F02B 47/02, F02M 43/00, F02M 25/025./ Ломовских А.Е., Иванов В.П., Капустин Д.Е. и др. Способ обработки углеводородного топлива для ДВС // Заявка №2011133257/06 опубл. 10.11.2013. 8 с.

УДК 628.517.2

Галныкин Е.А., Воробьев Ю.В., Свиридов А.А., Ломовских А.Е.

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МНОГОЦЕЛЕВОЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

ВУНЦ ВВС «ВВА им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В статье рассматривается семицилиндровый роторно-поршневой двигатель внутреннего сгорания с круговым параллельным движением ротора-поршня, перспективные направления их развития и вопросы их эксплуатации. На современном этапе развития автомобилестроения ведутся активные работы по созданию перспективных двигателей внутреннего сгорания, среди которых следует выделить два основных двигателя: роторный двигатель с планетарным движением ротора-поршня, известный как двигатель Ванкеля, и двигатель с круговым параллельным движением ротора-поршня, которому австралийский инженер Сейрич дал название «орбитального». Оба двигателя относятся к семейству роторно-поршневых.

Ключевые слова: семицилиндровый роторно-поршневой двигатель внутреннего сгорания, беспилотные летательные аппараты, роторный двигатель Ванкеля.

Abstract. The article discusses seven-cylinder rotary piston internal combustion engine with a circular motion parallel to the rotor-piston, promising areas of development and the problems of their operation. At the present stage of development of the Russian Armed Forces is actively working on the development of advanced unmanned aerial vehicles, among which are two main engine should be singled out: the rotary engine with a planetary motion-piston rotor, known as the Wankel engine, and the engine with a circular parallel traffic-piston rotor, which Australian engineer Seyrich gave the name "orbital". Both engines are a family of rotary piston.

Keywords: seven-cylinder rotary piston internal combustion engine, unmanned aerial vehicles, Wankel rotary engine.

Из всех существующих типов роторно-поршневых двигателей с точки зрения целесообразности и практической реализации наиболее приемлемыми для автомобильной техники (АТ) являются два типа: роторный двигатель с планетарным движением ротора-поршня, часто называемый двигателем Ванкеля, и двигатель с круговым параллельным движением ротора-поршня, которому австралийский инженер Сарич дал название «орбитального» [1].

Именно эти два типа двигателя были признаны ведущими мировыми фирмами автомобилестроения конкурентно способными по отношению к распространенному поршневому двигателю. Такое признание в некоторой степени является закономерным, так как следует из анализа развития

конструкций двигателей роторного типа, начиная с «коловратного» механизма.

Роторный двигатель Ванкеля конструктивно наиболее прост, однако имеет три основных недостатка: первый – растянутая камера сгорания не позволяет эффективно организовать рабочий процесс, а отсюда следует повышенный расход топлива; второй – вибрирующее движение пластин радиального уплотнения в системе ротора и статора приводит к образованию на внутренней поверхности статора рифлений; третий – неравномерный нагрев статора, связанный с перемещением камеры сгорания относительно статора, создает температурные напряжения, искажающие конфигурацию рабочей поверхности статора.

Снизить в некоторой степени проявление этих недостатков, в том числе дорогостоящими технологическими способами, удалось только японской фирме «Тойо Кочио», которая стала выпускать автомобили «Мазда» с роторным двигателем Ванкеля. Однако и на сегодняшний день этот двигатель в силу указанных причин не получил распространения.

«Орбитальный» двигатель внутреннего сгорания (ДВС) в том исполнении, которое было запатентовано Саричем, также имеет существенный конструктивный недостаток. Движение лопастей, разделяющих объем между ротором и статором на рабочие камеры, является поступательным относительно статора, а относительно ротора концы этих лопастей совершают движение, аналогичное ползуну в синусном механизме. Такое движение лопастей позволило Саричу наиболее просто решить задачу уплотнения лопастей в статоре, но сделало чрезвычайно сложным их уплотнение в роторе. В итоге этот двигатель выдерживал частоту вращения не выше 4000 об/мин.

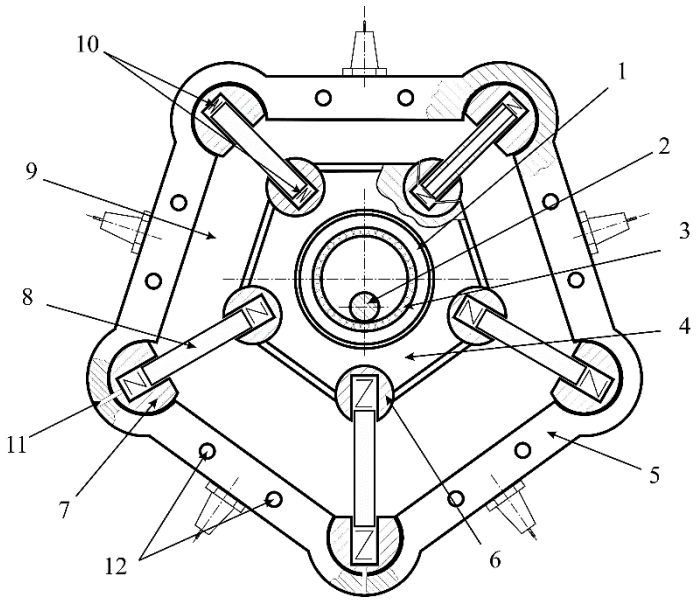
Устранить этот недостаток можно, сделав характер движения лопастей возвратно-вращательным относительно ротора и сложным относительно статора (по аналогии с кулисным механизмом). В этом случае несколько усложняется уплотнение лопастей в статоре, но значительно упрощается их уплотнение в роторе и облегчаются условия передачи движения от ротора к лопастям.

Двигатель орбитального типа, у которого лопасти жестко закреплены на роторе-поршне и перемещаются в прорези двойного шарнира (шарнира в шарнире), размещенного в статоре, разрабатывается в Финляндии изобретателями Хейнола, Кейхманиеми, Пайокеном.

Круговое параллельное движение ротора-поршня во всех известных схемах достигается за счет размещения в роторе-поршне и боковых крышках статора нескольких эксцентриков (обычно трех), имеющих тот же эксцентриситет, что и кривошип вала отбора мощности.

Такое конструктивное решение существенно увеличивает размеры ротора-поршня и двигателя в целом.

На основе описанных выше двух типов двигателей, профессором Воробьевым Ю.В. разработан и апробирован новый многоцелевой ДВС с круговым параллельным движением ротора-поршня, представленном на рисунке 1, получивший название двигателя «орбитального» типа. В его конструкции совмещены некоторые особенности традиционного поршневого двигателя и альтернативного роторного с шарнирным присоединением лопастей к ротору-поршню [2].



1 – приводной вал (вал отбора мощности); 2 – эксцентрик приводного вала; 3 – подшипник; 4 – ротор; 5 – статор; 6 – шарнир роторапоршня; 7 – шарнир; статора; 8 – лопасть; 9 – рабочие камеры; 10 – элементы, фиксирующие положение лопасти; 11 – канал в статоре для подачи смазки; 12 – отверстие в статоре для крепления боковых крышек

Рисунок 1 – Схема «орбитального» двигателя

Основными элементами конструкции двигателя являются: корпус (статор), ротор, эксцентриковый вал (приводной вал), лопасти, разделяющие объем, заключенный между статором и ротором на рабочие камеры, комплекс оригинальных уплотнительных устройств. Специальный зубчатый механизм задает ротору-поршню круговое параллельное движение, последовательно приближая или удаляя участки его поверхности, заключенные между лопастями, относительно внутреннего контура статора, вследствие чего происходит изменение объема рабочих камер.

Рабочий процесс организован в расположенных по кругу изолированных камерах и протекает так же, как в поршневом двигателе. В

то же время в нем отсутствуют шатунно-поршневые группы, а ротор-поршень установлен на эксцентриковом валу и совершает круговое параллельное движение, не имеющее неподвижных (крайних) положений.

Указанные конструктивные отличия позволяют в 2,5 раза уменьшить весовые и размерные показатели двигателя в пересчете на единицу мощности и открывают широкие возможности для создания перспективного многоцелевого двигателя с целенаправленно изменяемыми технико-экономическими параметрами. Этот двигатель имеет все основания и возможность занять лидирующее положение в следующих приоритетных направлениях развития мирового двигателестроения:

- создание комбинированной силовой установки для АТ;
- создание многотопливного двигателя с изменяемой степенью сжатия;
- получение экономии топлива за счет дискретного изменения рабочего объема двигателя без нарушения равномерности хода;
- получение экономии топлива, повышение КПД двигателя и снижение токсичности выхлопных газов за счет применения керамических материалов;
- повышение эффективности рабочего процесса за счет применения газораспределительного механизма с регулируемыми параметрами, а также подбора оптимальной формы камеры сгорания и ее расположения в роторе-поршне;
- создание базового двигателя для АТ с возможностью любой ориентации в пространстве.

Основной особенностью орбитального ДВС является возможность отсутствия клапанов и их привода, а также конструктивное решение роторной группы и взаимодействующего с ней корпуса, обеспечивающее подачу топлива в камеры двигателя и отвод газов. Это позволяет наиболее просто выполнить объем требований, предъявляемых к ДВС, и повысить его конкурентоспособность.

Размеры двигателя определяются величиной эксцентриситета опоры ротора-поршня, радиусом эксцентриковой опоры ротора-поршня, наибольшим радиусом кольцевого уплотнения ротора-поршня по боковым поверхностям, который, в свою очередь, зависит от размеров маслосъемных элементов кольцевого типа, поджимаемых к боковым поверхностям статора (боковым крышкам). По сравнению с обычным поршневым двигателем размеры «орбитального» двигателя меньше в несколько раз. Причем, чем больше мощность двигателя, тем больше соотношение уменьшения размеров достигается. Примерно в таком же соотношении уменьшается и масса двигателя.

Двигатель может иметь любое расположение в пространстве – вал отбора мощности может быть расположен горизонтально, вертикально и наклонно. Применение двигателя возможно для малых летательных аппаратов, а также во всех наземных, воздушных и водных видах транспорта.

Изготовленные опытные образцы двигателя орбитального типа с круговым параллельным движением ротора – поршня, представленные на рисунке 1, прошли стендовые испытания.

На рисунке 2 представлен внешний вид двигателя «орбитального» типа с бесклапанной системой газораспределения, включающий корпус с клапанами, ротор-поршень, установленный на эксцентриковом валу, и лопасти, разделяющие рабочий объем на изолированные камеры, причем концы лопастей совершают движение в шарнирах. Это позволило существенно упростить уплотнение лопастей в роторе и сделать этот узел отвечающим требуемой надежности. Кроме того, для придания ротору-поршню кругового параллельного движения применен специальный зубчатый механизм [3].

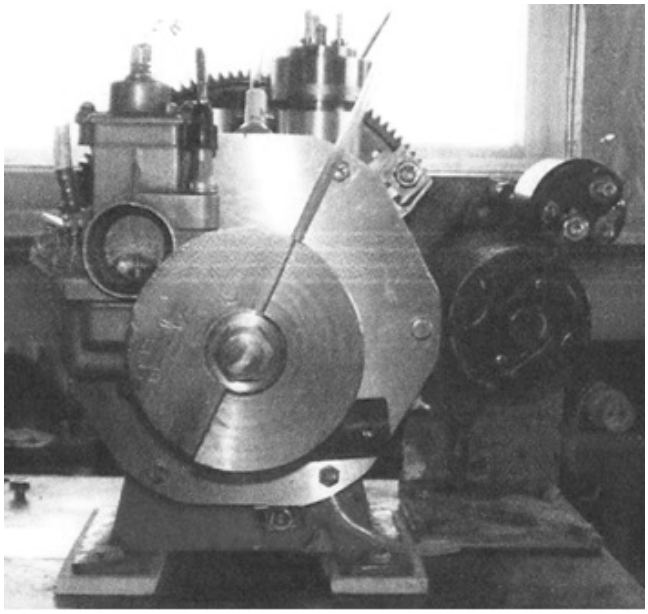


Рисунок 2 – Двигатель «орбитального» типа с бесклапанной системой газораспределения

Разработана математическая модель ДВС, которая позволяет рассчитывать конструктивные, кинематические и силовые параметры двигателя. Важной задачей при этом является уменьшение сил инерции, действующих на лопасти, разделяющие рабочий объем двигателя на камеры.

На базе указанной модели составлена методика проектирования двигателя при заданной мощности.

Методика позволяет определять необходимый рабочий объем, рациональное число камер, в которых осуществляется рабочий процесс (впуск, сжатие, расширение, выпуск), необходимую степень сжатия, эксцентриситет расположения ротора-поршня относительно оси вала отбора мощности, выбор углов опережения открытия и запаздывания закрытия впускного и выпускного клапанов, основные размеры ротора – поршня, статора и лопастей, а также осуществлять профилирование кулачков механизма газораспределения.

В методике профилирования кулачков использован экспоненциальный закон перемещения клапанов, который позволяет в широком диапазоне влиять на характер диаграммы время – сечение. Кроме этого при выборе параметров механизма газораспределения учитываются следующие критерии: интенсивность изнашивания, контактная усталость и толщина масляной пленки между кулачком и опорной поверхностью штанги. Так как орбитальный двигатель имеет «звездообразную» компоновку, то привод клапанов производится всего от двух расположенных центрально кулачков посредством штанг и рычагов, при этом один кулачок управляет движением всех впускных клапанов, а другой – всех выпускных клапанов.

Наиболее ответственными элементами конструкции двигателя являются уплотнения лопастей в местах их соприкосновения с ротором и статором. Следует отметить, что Сарич также получил патенты только на конструкции уплотнений пластин, совершающих поступательное движение в направляющих, выполненных в виде прорезей в статоре.

В предлагаемом двигателе имеется еще одно существенное отличие от двигателя Сарича и финских изобретателей: круговое параллельное движение ротора-поршня обеспечивается специальным зубчатым механизмом. В этом случае достигаются наименьшие размеры ротора-поршня и двигателя в целом.

Немаловажным обстоятельством с позиции потерь на трение является использование в качестве уплотняющих контактирующих элементов подпружиненных планок (ленточных уплотнений). Так как усилия поджатия этих планок к поверхностям скольжения несоизмеримо меньше, чем давление поршневых колец на стенку цилиндра, то потери на трение так же значительно снижаются.

Выгодным отличием «орбитального» двигателя от обычного поршневого является также его высокая ремонтопригодность. Двигатель разбирается полностью за 0,5 часа и собирается за 1 час.

Испытания двигателя орбитального типа (рисунок 1) показали:

- двигатель реализует расчетную степень сжатия при 3400 об/мин;

- имеет расход топлива на холостом ходу не выше двигателя ВАЗ 2106 (с тем же рабочим объемом и тем же карбюратором).

Таким образом, опытный образец двигателя показал свою работоспособность. Однако были вскрыты и некоторые конструктивные недочеты, касающиеся в основном систем смазки и охлаждения двигателя. Основную же задачу – обеспечение надежного уплотнения элементов двигателя – можно считать решенной. Это дает основание для продолжения работ над двигателем.

В рамках НИР 2 категории авторами планируется создание нового многофункционального отечественного, не имеющего аналогов за рубежом, ДВС «орбитального» типа в качестве силовой установки для военной автомобильной техники.

Список литературы

1. Поливаев О.И. Очиститель отработавших газов дизеля / Поливаев О.И., Баибарин В.А., Бажко А.В. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1976. №3. С. 53–54.

2. Воробьёв Ю.В. Двигатели внутреннего сгорания с круговым параллельным движением ротора-поршня (орбитального типа) // Сборник статей по материалам докладов НПК ПЕРСПЕКТИВА-2011 (22-23 ноября 2011 года) – Воронеж: ВАИУ, 2011. Ч. 2. С. 87–88.

3. Ломовских А.Е., Шаповалов А.А. Многоцелевой, перспективный двигатель внутреннего сгорания орбитального типа для беспилотных летательных аппаратов // Сборник статей по материалам докладов XXIII Всероссийская НТК (26 июня 2014 г.) – Серпухов Московской обл.: филиал ВА РВСН (г. Серпухов), 2014. Ч. 7. С. 73–77.

УДК 623.094

Глотов М.С., Могутнов Р.В., Колесников М.С.

УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ, В ЧАСТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ ВОДНЫХ ПРЕГРАД

Военный учебно-научный центр «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В статье проведен анализ условий использования автомобилей многоцелевого назначения, и приведены основные требования к образцам автомобилей многоцелевого назначения по преодолению водных преград.

Ключевые слова: автомобили многоцелевого назначения, показатели подвижности войск, бродоходимость.

Abstract. In the article the analysis of the terms of use of multipurpose vehicles, and the basic approval requirements for multi-purpose vehicles to overcome water obstacles.

Keywords: the multipurpose vehicles, indicators of the mobility of the troops, brodogradiliste.

Опыт войн и вооруженных конфликтов последних лет, а также операций по поддержанию мира и стабильности в различных районах мира, ликвидации незаконных вооруженных формирований показывает, что подвижность войск является одной из составляющих боевой мощи, как отдельных группировок войск, так и вооруженных сил в целом. Это подчеркивает роль и значение автомобилей многоцелевого назначения (АМН), как одного из основных средств обеспечения подвижности войск.

При этом следует отметить, что наиболее важными показателями технического уровня образцов АМН, определяющими подвижность войск и степень успешного выполнения ими боевых задач, являются средние скорости движения по различным видам дорог и местности. Обычно считается, что средние скорости движения определяются энерговооруженностью колесной машины, качеством ее подрессоривания и проходимостью на грунтовых дорогах и местности. Однако, как показано ранее выполненными исследованиями 21 Научно-исследовательского испытательного института Министерства обороны Российской Федерации, средние скорости движения АМН в значительной степени определяются их возможностями по преодолению водных преград. Об этом свидетельствует опыт учений на Западном и других театрах военных действий (ТВД), насыщенных водными преградами.

Гидрографические условия ТВД, как установлено, оказывают серьезное влияние на подвижность и маневренность любой наземной техники. Водные преграды, будучи естественной неотъемлемой частью континентальных ТВД, представляют собой фактор, снижающий темпы ведения боевых действий и живучесть войск в условиях массированного применения высокоточного оружия, поскольку требуют значительных затрат времени, сил и средств на их преодоление.

На Западном направлении на 100 км глубины действий войск приходится в среднем 14 рек. В Амурско-Приморском районе Восточного направления реки шириной до 60 м встречаются через каждые 1-2 км, а шириной от 60 до 300 м – через каждые 60-100 км. Разрушением гидротехнических сооружений или перекрытием рек возможно создание обширных зон затопления, а при выпадении значительного количества осадков, кроме того, создание волн активного затопления и селевых потоков.

Все это предопределяет большое внимание, уделяемое как у нас в стране, так и за рубежом исследованию вопросов, связанных с преодолением водных преград, как самостоятельному направлению в решении проблемы повышения подвижности средств вооружения и военной техники (ВВТ).

Форсирование водных преград автомобильной техникой может осуществляться десантно-переправочными средствами, по стационарным или наведенным мостам и самостоятельно - на плаву или вброд.

Результаты проведенных исследований показывают, что на десантно-переправочных средствах переправляется очень незначительная часть автомобильной техники. Использование же мостовых и понтонных переправ в связи с появлением разведывательно-ударных комплексов, обеспечивающих поражение обнаруженных целей на глубине до 250 км в течение 6-9 минут [8], достаточно проблематично. Как показывает опыт учений [5], возможности применения в современном бою мостоукладчиков для форсирования небольших водных преград автомобильной техникой весьма ограничены. Кроме того, разрушением гидротехнических сооружений (дамб, шлюзов, плотин) могут создаваться обширные зоны затопления. Например, на Западном ТВД волны активного затопления высотой до 20 м могут распространяться на 300-700 км [2]. Ширина зоны затопления составит от 400 м до 7 км, скорость течения - до 10 м/с, продолжительность затопления - до 30 суток. В результате этих затоплений динамическим напором воды могут быть снесены на больших участках водных преград все ранее наведенные переправы, а в случае же сохранения переправ подъезд к ним будет затруднен или невозможен.

Все это остро ставит вопрос о способности АМН самостоятельно преодолевать водные преграды, как посредством плава так и вброд. Первый способ, с точки зрения эффективности, является предпочтительным. Но анализ парка техники мотострелковой дивизии показывает, что плавающих колесных машин в нем менее 4 %, и ни один многоцелевой автомобиль к ним не относится.

Работы по созданию плавающих АМН в нашей стране велись уже давно. Например, в 60-е и 80-е годы были созданы плавающие автомобили ГАЗ семейства «Универсал», позднее - ВАЗ-2122, УАЗ-3907 (4х4), Урал-43221 (6х6), Урал-53221 (8х8). Однако по объективным причинам, прежде всего экономического характера, серийное производство этих автомобилей организовано не было.

К настоящему времени основным способом форсирования современными АМН небольших водных преград, в условиях отсутствия мостовых переправ, является преодоление их вброд. Это обусловлено как

характеристиками водных преград вероятных ТВД, так и опытом их форсирования.

Статистический анализ показывает, что подавляющее большинство водных преград – это небольшие реки и каналы со средней глубиной до 2,1 м. Так, в Европейском регионе эти реки составляют до 95 % от общего числа водных преград [8]. По данным [7] Военно-географического управления германской армии (бундесвера) большая часть рек на территории Германии (около 88 %) имеют среднюю глубину не более 1,5 м.

Распределение рек по способам их форсирования автомобильной техникой, с учетом вероятностей наличия и наведения паромных и мостовых переправ, для Западного и Восточного ТВД [4], показывает, что способность преодолевать глубокий брод обеспечивает значительное повышение подвижности армейских автомобилей.

Применение автомобилей с высоким уровнем бродоходимости эффективно в период половодий рек, продолжительность которых достигает 60 суток на малых (средних) реках и 100 суток – на больших реках. Такие автомобили успешно применяются при проведении спасательных работ в зонах наводнений и погрузочно-разгрузочных операций у уреза воды, например, со специальными переправочными средствами, мостостроительным оборудованием и т.п.

Необходимость иметь в армии многоцелевые автомобили, способные преодолевать глубокий брод, определяется и тем, что это облегчает создание на их базе плавающих модификаций, так как многие агрегаты таких автомобилей приспособлены для работы в воде. Имеющийся опыт создания АМН, приспособленных к плаву, показывает, что максимальный уровень их унификации с полноприводными автомобилями массового производства (для автомобиля Урал типа 6х6 – до 96 %) обеспечивает снижение затрат в их производстве более чем в 2-3 раза, по сравнению с аналогами специальной разработки.

В связи с изложенным, глубина преодолеваемого автомобилем брода является одним из основных потребительских свойств армейских автомобилей многоцелевого назначения.

Проведенный анализ требований Видов Вооруженных Сил, родов войск и служб по обеспечению уровня бродоходимости для перспективных АМН показал, что, исходя из условий боевого применения смонтированного на АМН вооружения и военной техники, а также из условий использования многоцелевых автомобилей в качестве средств подвоза, для всех автомобилей батальонного, полкового и бригадного (дивизионного) звена, а также для автомобилей, используемых под монтаж ВВТ в армейском и фронтовом звеньях, необходимо иметь

уровень бродоходимости не менее 1,75-1,8 м. Для автомобилей, используемых при подвозе боеприпасов, горюче-смазочных материалов и военно-технического имущества армейского и фронтового эвена, а также для автомобилей, используемых в частях ВКС и ВМФ, базирующихся на стационарных аэродромах и причалах, предполагается иметь уровень бродоходимости до 1,5 м. Кроме того, рядом заказчиков Министерства обороны Российской Федерации отмечается необходимость обеспечения движения АМН за танковыми колоннами, которые могут без оборудования для подводного вождения преодолевать броды глубиной до 1,8-2,0 м.

Анализ путей повышения тактико-технических характеристик АМН, рекомендованных НАМИ [6, 7], показал, что для армейских автомобилей, с учетом специфики выполняемых ими задач, необходимо обеспечивать способность преодолевать глубокий брод (для грузовых автомобилей – до 1,7-1,9 метра) или приспособленность к плаву.

За рубежом вопросам бродоходимости армейских многоцелевых автомобилей уделяется самое серьезное внимание [1, 9]. Глубина преодолеваемого брода для тактических автомобилей ведущих зарубежных стран достигает 0,5-1,2 м, без подготовки, и 1,5-2,0 м с предварительной подготовкой автомобиля. При этом отмечается, что к перспективным АМН, при их разработке, требование обеспечения плавучести не предъявляется, что связано, прежде всего, с экономическими соображениями.

Таким образом, для армейских автомобилей глубина преодолеваемого брода является одной из важнейшей составляющей их подвижности. И повышение уровня бродоходимости АМН является актуальной и значимой задачей, решение которой позволит повысить технический уровень перспективных образцов АМН за счет повышения показателей подвижности, тем самым повысить боеготовность соединений и воинских частей по выполнению задач по предназначению.

Список литературы

1. Анализ путей повышения подвижности автобронетанковой техники НАТО / Вч 54726, 1989.

2. Инженерное обеспечение боевых действий войск в современных операциях / под общ. ред. Аганова С.Х. М.: Военное издательство, 1980.

3. Исследование путей повышения тактико-технических характеристик автомобилей многоцелевого и армейского назначения: Научно-технический отчет / М.: НАМИ, 1994.

4. Методика сравнительной военно-экономической оценки образцов военной автомобильной техники. / Бронницы. Вч 63539, 1986.

5. Николаев Е.С., Комаров И.Т. Некоторые вопросы бродоходимости автомобильной техники // Научно-технический сборник № 2. Бронницы: Вч 63539, 1987.

6. Поливаев О.И., Астанин В.К., Бабанин Н.В. Снижение динамической нагруженности мобильных энергетических средств от внешних воздействий и повышение их тягово-динамических показателей // Лесотехнический журнал. 2013. № 3 (11). С. 150-156.

7. Преодоление водных преград боевыми машинами сухопутных войск ФРГ: Обзор по материалам зарубежной печати // М.: ЦИВТИ МО СССР, 1973.

8. Слюсаров А.С. Проходимость автомобилей при преодолении водных преград: Дис.канд.техн.наук.: 05.05.03 – М.: МАДИ, 1988.

9. Сравнительный анализ состояния и развития отечественный и зарубежной военной автомобильной техники: Отчет о НИР (заключительный) / Бронницы: 21 НИИИ МО РФ. Инв. № 6690. 2000.

УДК 629.331

Глотов М.С., Корнев И.И., Князев С.И., Чернокоз А.Д.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИМИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

Военный учебно-научный центр «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В статье проведен анализ развития конструкций коробок передач и систем управления ими, а также возможности их применения на военной автомобильной технике.

Ключевые слова: военная автомобильная техника, коробка переключения передач, управление коробкой передач.

Abstract. In the article the analysis of development of constructions transmission and systems management, as well as the possibility of their use for military automotive technology.

Keywords: military vehicles, gear box, control gear box.

На военной автомобильной технике (ВАТ) наибольшее распространение получили механические многоступенчатые синхронизированные коробки передач. Коробки передач автомобилей имеют от 4 до 16 передач в зависимости от типа автомобиля и особенностей эксплуатации. Коробки с числом передач от 4 до 6, как

правило, имеют одноагрегатную конструкцию. Дополнительная коробка с пневматическим управлением применяется с целью получения до 9 ступеней переключений передач. Для получения большого числа передач применяют, помимо основной коробки передач, демультипликатор и делитель.

Преимуществом механических коробок передач является их низкая стоимость изготовления, хорошая ремонтопригодность, удельные массы порядка 0,3..0,5 кг/кВт и высокий КПД (до $\eta = 0,95$).

К недостаткам механических коробок передач можно отнести необходимость разрыва в подводе момента при переключении передач, что приводит к снижению скорости движения, а часто к полной остановке; для трогания автомобиля в этом случае требуется подвести повышенный момент к колесам для преодоления сил инерции, что часто вызывает буксование ведущих колес [2].

Данные недостатки могут быть устранены путем установки на механические коробки передач исполнительной автоматики, как правило, на базе шагового электродвигателя.

Примером данного конструктивного исполнения является коробка передач «Изотроник» фирмы «Опель» (рис. 1), где удалось добиться высокого быстродействия (переключение занимает около 0,3 с).



Рисунок 1 – Коробка передач «Изотроник».

Следует отметить, что исполнительная автоматика может устанавливаться на серийные механические коробки передач с сохранением возможности перехода с автоматического на ручное управление, что очень важно для военных образцов автомобилей.

Широкое применение на ВАТ нашли автоматические гидромеханические коробки передач.

В настоящее время в США автоматическими коробками передач оснащено около 97 % тактических автомобилей и в перспективе планируется оснастить ими все образцы ВАТ.

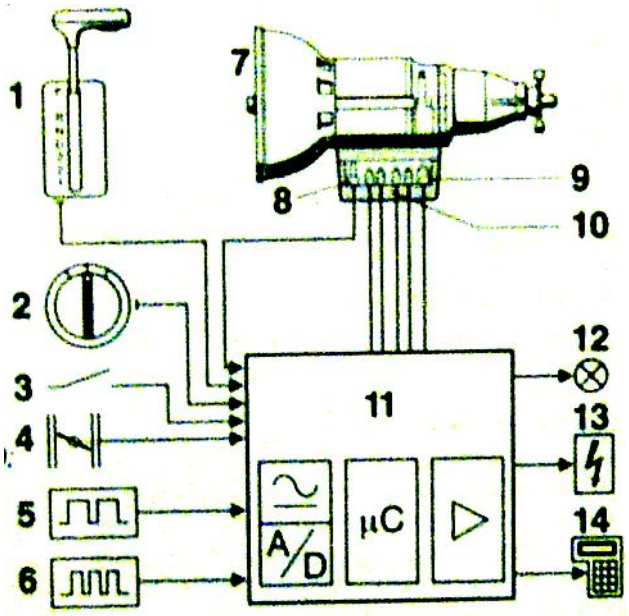
Автоматические коробки передач, устанавливаемые на автомобилях грузоподъемностью до 2500 кг, имеют от трех до четырех (в основном) или 5 передач переднего хода.

Гидромеханические коробки передач позволяют автоматически изменять передаточные отношения при изменении сопротивления движению, что облегчает управление автомобилем, снижает утомляемость водителя.

К достоинствам гидромеханических коробок передач следует отнести способность гасить крутильные колебания в трансмиссии и снижать возможность появления ударных нагрузок. При этом ресурс двигателя и трансмиссии увеличивается примерно в 2 раза [1].

Кроме того, при использовании гидромеханических коробок передач повышается проходимость автомобиля в тяжелых дорожных условиях в результате непрерывного подвода крутящего момента к колесам.

На рисунке 2 представлена схема электронного управления автоматической коробкой передач.



1-рычаг переключения передач; 2-переключатель программ;
3-тумблер принудительного включения пониженной передачи; 4-датчик подачи топлива; 5-датчик крутящего момента двигателя; 6-датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя; 7-коробка передач; 8-датчик частоты вращения ведомого вала; 9-регулятор давления; 10-соленоидные клапаны; 11- электронный блок управления; 12-индикатор отказов;
13-блок уменьшения крутящего момента двигателя; 14 – блок диагностики.

Рисунок 2 – Электронное управление коробкой передач

К недостаткам гидромеханических коробок передач следует отнести высокую стоимость (до 10 % стоимости автомобиля), повышенный расход топлива, обусловленный низким КПД (η = 0,85...0,97), неудовлетворительную ремонтопригодность, ограничения при буксировке автомобиля и при пуске двигателя буксированием.

Бесступенчатые коробки передач до сих пор не нашли широкого применения из-за некоторых имеющихся в них существенных недостатков по сравнению с механическими ступенчатыми коробками (размер, масса, диапазон преобразования, КПД коробки передач, компоновочные ограничения и производственные расходы).

Наивысший уровень разработок достигнут применительно к механическим бесступенчатым передачам, в которых используется стальной гибкий ремень (устанавливается на маломощных переднеприводных легковых автомобилях с поперечным расположением двигателя).

Таким образом, несмотря на активные исследования в области создания силовых установок на новых принципах, на сегодняшний день и ближайшую перспективу двигатели внутреннего сгорания с механическими 4...5 ступенчатыми коробками передач найдут наибольшее применение в армейских автомобилях.

Наиболее приемлемым путем автоматизации силовых передач с механической ступенчатой коробкой передач является установка на них электронных систем управления, с сохранением возможности ручного управления.

Список литературы

1. Проектирование полноприводных колесных машин: Т.2. Учеб. для вузов / Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Л.Ф. Жеглов и др.; Под общ. ред. А.А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 640 с.

2. Харитончик Е.М., Павленко С.Т., Кочетков Н.В., Поливаев О.И. Снижение динамических нагрузок в трансмиссиях колесных тракторов // Механизация и электрификация сельского хозяйства № 3. 1976. с. 53-54.

УДК 629.331

Глотов М.С., Корнев И.И., Гусев Ю.В., Федоренко Р.А.

АНАЛИЗ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОВЫШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И УПРАВЛЕНИЯ ТЯГОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

Военный учебно-научный центр «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В статье проведен анализ новых технических решений, обеспечивающих повышение динамических характеристик и управления тягой двигателей военной автомобильной техники.

Ключевые слова: военная автомобильная техника, двигатель внутреннего сгорания, тягово-динамическая характеристика.

Abstract. In the article the analysis of new technical solutions for increasing dynamic performance and control thrust engines of military vehicles.

Keywords: military vehicles, internal combustion engines, traction and dynamic performance.

Современные условия применения военной автомобильной техники, уровень развития автомобильной промышленности предопределили использование на автомобилях конструктивных решений, обеспечивающих, как правило, автоматическое управление системами и агрегатами.

Использование автоматического управления с оптимизированными законами позволяет существенно повысить тягово-динамические показатели автомобиля, снизить путевой расход топлива.

Для управления нагрузкой и частотой вращения коленчатого вала дизеля используется только изменение цикловой подачи.

В механических системах управления топливного насоса высокого давления (ТНВД) регулирование цикловой подачи топлива осуществляется механическим регулятором со свойственными ему недостатками: высокая инерционность, сложность конструкции, низкая надежность, ограничения по оптимизации управления двигателем.

Преимущества механического регулятора: отработанность технологий изготовления, отлаженная система сервиса и ремонта, стойкость к любым видам радиоэлектронной борьбы (РЭБ).

Вместо регулятора центробежного типа может использоваться электронный регулятор для ТНВД с рядным расположением плунжерных пар.

Преимущества электронного регулятора перед механическим:

– свободный выбор внешних скоростных характеристик;

– скоординированность управления цикловой подачей с режимами работы системы турбонаддува и экологическими ограничениями;

– регулирование силы тяги при автоматических коробках передач;

– интегральная диагностика отказов.

Электронное управление топливоподачей широко распространено в системах топливоподачи с насос-форсунками и индивидуальными насосами высокого давления [3].

Как показывает анализ, использование электронного управления в этих системах дает дополнительную возможность отключения части цилиндров при изменении нагрузки. Например, аккумуляторная топливная система типа «Common Rail» повышает точность управления процессом сгорания.

Отличительная характеристика системы с общим трубопроводом заключается в разделении узла, создающего давление, и узла впрыскивания.

Эта система расширяет область оптимизации процесса сгорания.

Вопросу модернизации ВАТ, с целью доведения ее показателей до уровня предъявляемых требований, в ряде зарубежных стран, особенно в США, придается большое значение.

На многих автомобилях при модернизации планируется внедрение электронной системы управления двигателем со встроенной системой диагностики [1].

В связи с нестабильностью нефтяного рынка и жесткими экологическими требованиями к силовым установкам большинство автомобильных компаний интенсивно ведут научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) по созданию альтернативных поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Одновременно ослабевает интерес к электромобилям с тяговыми аккумуляторными батареями, что связано с ограниченностью дальности их пробега без подзарядки.

В то же время ведущими автомобилестроительными фирмами активно ведутся исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию так называемых гибридных (комбинированных энергетических) установок. Гибридная силовая установка обеспечивает значительное уменьшение расхода топлива и выбросов вредных веществ. Она состоит из поршневого или газотурбинного двигателя, генератора (стартер-генератора), электродвигателя и аккумуляторной батареи.

Гибридная силовая установка автомобиля Prius (Toyota), в состав которой входят поршневой бензиновый двигатель и электродвигатель (рис. 1), обеспечивает высокую топливную экономичность и низкий уровень выбросов вредных веществ.



Рисунок 1 – Гибридная установка автомобиля Prius.

Принятая конструкция гибридной системы может работать либо от электродвигателя, либо от поршневого двигателя, либо одновременно от обоих источников энергии.

Автомобиль Prius снабжен регенерируемой тормозной системой, увеличивающей эффективность силовой установки. Если автомобиль идет накатом, электродвигатель переходит в режим генератора, и энергия торможения, обычно теряемая, превращается в электроэнергию, которая направляется на подзарядку батареи.

Силовая установка автомобиля Escape (Ford) содержит двигатель внутреннего сгорания, стартер-генератор, аккумуляторные батареи напряжением 12 и 42 В (рис. 2).



Рисунок 2 – Автомобиль Escape (Ford) с гибридной установкой.

Как видно, фирма Ford, как и большинство других автомобилестроителей, предпочитает иметь электрооборудование с двумя уровнями напряжения. В данном случае устраняется необходимость дорогостоящей перестройки промышленности, производящей бортовое электрооборудование.

Стартер-генератор установлен непосредственно на коленчатом валу поршневого двигателя и используется для улучшения характеристик силовой установки: при остановках и повторных пусках, при движении автомобиля с малыми скоростями, при подзарядке тяговой батареи, а также для рекуперации энергии торможения.

Имеются попытки использовать подобную схему и для армейского автомобиля. Так, фирмой Lockheed Martin разработан тактический автомобиль, грузоподъемностью 5 т, для армии США (рис. 3) с гибридной силовой установкой, включающей дизель и асинхронные электродвигатели. Привод на колеса осуществляется только от электродвигателей, поэтому в трансмиссии отсутствует коробка перемены передач.



Рисунок 3 – Тактический автомобиль фирмы Lockheed Martin с гибридной установкой.

Дизель приводит во вращение вспомогательный генератор. Аккумуляторные батареи (АКБ) размещены в кузове грузовика, они непрерывно подзаряжаются от генератора.

Автомобиль этой фирмы по своим динамическим характеристикам превосходит аналогичный по назначению автомобиль традиционного типа.

Применение гибридной схемы приносит ряд преимуществ. Главным из них является экономия топлива на величину порядка 25-50 %. Кроме того, генератор может обеспечить мощность порядка 100 кВт и более, что является достаточным и для привода дополнительного оборудования. Более того, во время торможения основные электродвигатели действуют как генераторы и обеспечивают дополнительную подзарядку аккумуляторов. При этом из-за уменьшения тормозной энергии на величину до 66 % уменьшается износ тормозов [2].

Фирма Daimler Chrysler преобразовала автомобиль Dodge Durango с приводом на два колеса в полноприводный, посредством добавления электродвигателя, приводящего передние колеса (рис. 4). Стоимость и вес трехфазного электродвигателя (мощностью 88,5 л.с.), компенсируются в данном случае исключением из конструкции обычного полноприводного автомобиля таких элементов, как раздаточной коробки, приводного вала передних колес и дифференциала. Системой обеспечивается также рекуперация энергии при торможении. По сравнению с базовым вариантом достигается 20 % экономия топлива.



Рисунок 4 – Автомобиль Dodge Durango с гибридным приводом.

Хотелось бы отметить, что эффект экономии топлива при использовании гибридных приводов на полноприводных автомобилях до 70 % выше чем на обычных автомобилях. При использовании гибридных приводов повышается живучесть автомобиля вследствие наличия двух параллельных силовых потоков: ДВС – КПП – колесный движитель и

АКБ – электродвигатель – колесный движитель. При движении только на электродвигателе можно обеспечить более высокую скрытность автомобиля (малые шумы, низкое тепловыделение) и отсутствие вредных выбросов при работе в тоннелях, ангарах.

Недостатком гибридных приводов считается необходимость применения кислотно-свинцовых АКБ, так как частая подзарядка никель-кадмиевых батарей ведет к снижению их ресурса.

Фирма Citroen нашла удачное решение такой проблемы, исключающее повреждение АКБ. От вспомогательного ДВС вырабатываемая электроэнергия направляется непосредственно к тяговому электродвигателю, а работой такой системой управляет электронный блок.

Фирмы GM и Allison проанализировали возможности различных накопителей энергии, включая и АКБ, после чего были выбраны ультраконденсаторные накопители энергии Power Cache фирмы Maxwell.

Согласно заявлению Maxwell, ультраконденсаторные накопители энергии больше соответвстствуют предъявляемым им требованиям по энергоемкости, энерговыделению, зарядке и надежности (в том числе сроку службы), чем батареи или другие известные накопители.

Фактически каждая крупная автостроительная компания объявила о наличии у нее программы работ над автомобилями с установкой на топливных элементах (Fuel Cell Vehicle-FCV).

Большинство систем на топливных элементах имеют протонообменные мембраны. Их работа основана на преобразовании химической энергии, содержащейся в топливе, в электрический ток, который приводит в движение тяговые электродвигатели автомобиля (рис. 5).

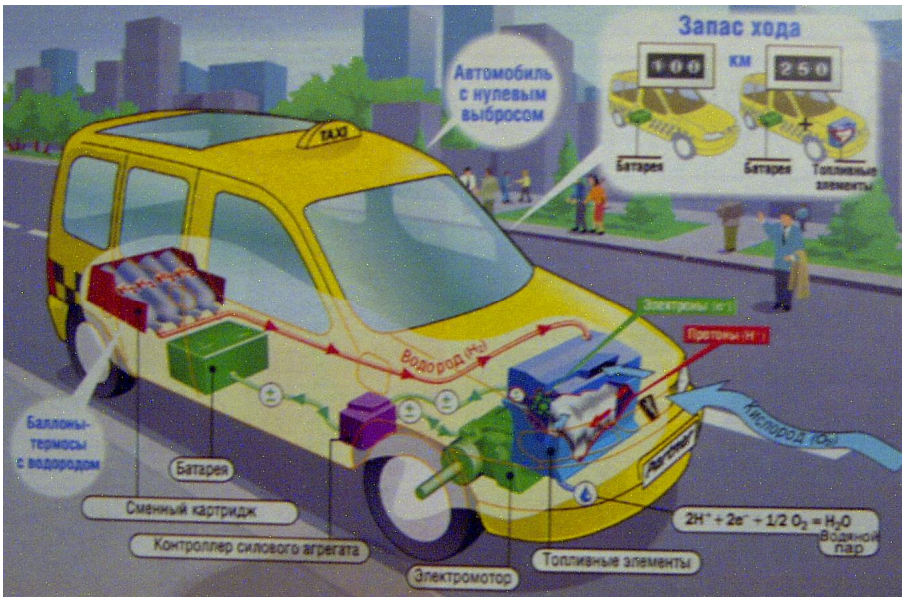


Рисунок 5 – Автомобиль на топливных элементах.

Водород и кислород, подаваемые с противоположных сторон среды, соединяясь, образуют воду. При этом выделяется электрическая энергия, появляется ток. Единичный топливный элемент дает ток с напряжением 0,7 В, а батарея из 200 таких элементов – 140 В.

В ноябре 2000 г. компании Ballard, International Fuel Cells, Daimler Chrysler, Ford, Honda, Hyundai, Nissan, Volkswagen, BP, Shell Hydrogen договорились об участии в Калифорнийском объединении по созданию автомобилей на топливных элементах (California Fuel Cell Partnership-CFCP).

Еще в 1999 г. Daimler-Benz разработала модель Necar 4 с топливными элементами Mk 900 (Ballard), с мощностью батарей 75 кВт. А концерн General Motors разработал собственные топливные элементы и установил их на свой автомобиль Zafira.

Выбор топлива является самой крупной проблемой при создании автомобилей на топливных элементах. Для их работы необходим водород на борту автомобиля, хранимый либо в жидком, либо в сжатом состоянии. Однако требуемая для заправок водородом баков инфраструктура является сложной и дорогостоящей.

Таким образом, несмотря на активные НИОКР в области создания гибридных силовых установок, дизель остается основным источником энергии военной автомобильной техники на ближайшую перспективу.

Использование электронных систем управления на двигателях внутреннего сгорания позволяет повысить тягово-динамические и топливно-экономические показатели автомобиля.

Список литературы

1. Конструирование и расчет колесных машин высокой проходимости: Учеб. для студентов машиностроит. спец. вузов / Бочаров Н.Ф., Жеглов Л.Ф., Зузов В.Н. и др.; Под общ. ред. Бочарова Н.Ф., Жеглова Л.Ф. – М.: Машиностроение, 1994. – 404 с.

2. Проектирование полноприводных колесных машин: Т.2. Учеб. для вузов / Б.А.Афанасьев, Б.Н.Белоусов, Л.Ф.Жеглов и др.;Под общ. ред. А.А.Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2000. – 640 с.

3. Электронные системы управления бензиновых двигателей: уч. пособие для студентов ВУЗ обучающихся по специальности «Агроинженерия» / Поливаев О.И., Костиков О.М., Ведринский О.С. – М. 2011.

УДК 623.094

Глотов М.С., Могутнов Р.В., Корнев И.И.

АНАЛИЗ НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЕЙ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Военный учебно-научный центр «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В статье приведен анализ конструктивных решений по совершенствованию подвесок автомобилей отечественного и зарубежного производства, а также направления применения данных решений на подвесках автомобилей многоцелевого назначения.

Ключевые слова: автомобили многоцелевого назначения, ходовая часть, подвеска автомобиля.

Abstract. In article the analysis of constructive solutions for improving the suspensions of the cars of domestic and foreign production, as well as the direction of application of these solutions to the suspensions of utility vehicles.

Keywords: the multipurpose vehicles, suspension, vehicle suspension.

В настоящее время на отечественных автомобилях многоцелевого назначения (АМН) применяется традиционная зависимая подвеска, где в качестве упругого элемента используются листовые рессоры, а в качестве демпфирующего – гидравлические амортизаторы.

Основными преимуществами такой подвески является простота конструкции, долговечность, сравнительно простая технология изготовления ее составляющих, хорошая ремонтопригодность. Вместе с тем, ее главные недостатки - малый ход и достаточно большая жесткость, появление гироскопического момента на управляемых колесах при вертикальном перемещении одного из них, что приводит к ухудшению плавности хода и управляемости, вследствие возбуждения колебаний колес относительно шкворня и, в конечном счете, ограничивает средние скорости движения по разбитым дорогам и бездорожью.

К преимуществам независимых подвесок относятся: возможность получения большого прогиба, уменьшение упомянутого гироскопического момента, улучшение управляемости, уменьшение неподрессоренной массы, хорошая приспособляемость колес к неровностям дороги.

Следует также отметить, что простым увеличением хода подвески, например, путем применения независимой подвески (рычажно-пружинной или торсионной), можно добиться [2, 3, 4] определенного улучшения показателей плавности хода и средних скоростей движения (на 20-30 %), однако скорости движения по ровным дорогам в этом случае также будут

ограничиваться – уже по причине снижения показателей устойчивости, особенно на поворотах.

Поэтому, должна применяться такая подвеска, которая будет оптимальна как минимум по этим двум указанным эксплуатационным свойствам.

Имеющиеся источники информации позволили провести определенный обзор по отдельным конструктивным схемам применяемых и планируемых к применению подвесок на отечественной и зарубежной автомобильной технике.

ПАО «КАМАЗ» комплектует сборочный конвейер новыми рессорами производства Чусовского металлургического завода (ЧМЗ) (рис. 1), изготовленными по оригинальной технологии [1].

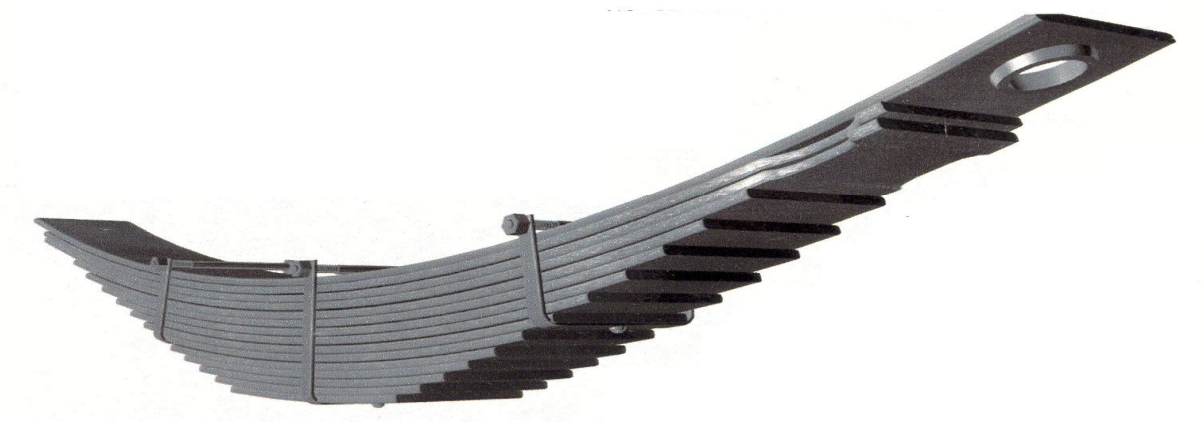


Рисунок 1 – Чусовская рессора

Новые рессоры отличаются от ранее выпускаемых лучшей упругостью, благодаря новой технологии, использованной специалистами ЧМЗ при изготовлении рессорного листа. Благодаря применению метода ОПЗ, получается различная микроструктура металла листа по сечению заготовки: поверхностные слои получаются мелкозернистыми, напряженными и поэтому особо прочными и твердыми, а сердцевина – упрочненная и вязкая. Эти особенности, в сочетании со спецификой чусовской стали, которая природно микролегирована ванадием, обеспечивают высокие прочностные свойства рессоры.

На смену привычным конструкциям подвесок приходят также активные подвески.

Одним из первых автомобилей, имеющих такую подвеску, стал «Mercedes – Benz CL», появившийся еще в 1999 году. Его подвеска ABC (Active Body Control) представляет собой симбиоз гидравлики, электроники и механики [1].

Вместо привычной амортизаторной стойки подвеска имеет гидравлический цилиндр, заключенный в герметичный кожух.

Специальный насос изменяет давление масла в цилиндре, которое может превышать 200 атм.

Управляет такой подвеской электроника. Два процессора получают сигнал от датчиков ускорения, угла наклона и скорости движения автомобиля, установленных в кузове, салоне и в самих гидроцилиндрах. Датчики отслеживают каждое движение машины, а клапанный блок за доли секунды открывает или блокирует определенную масляную магистраль.

Традиционные газовые амортизаторы и пружины также используются в подвеске ABC. Они по-прежнему гасят вибрации кузова в диапазоне частот от 5 до 20 Гц. Основная же система подвески отвечает за колебания на частоте до 5 Гц.

Таким образом, подвеска ABC позволила взять под контроль работу обычной подвески и исключить колебания кузова во время движения, «клевки» при торможении и резком старте. Кроме того, появилась возможность изменять жесткость подвески, делая выбор между «спортивным» и «комфортным» режимами работы. Дорожный просвет может изменяться в пределах 75 мм.

Дебютировавшая на «Фольксваген-Туарег» пневматическая подвеска CDC (Continuous Damping Control) (рис. 2), обходится уже без традиционных пружин и амортизаторов, работающих в системе ABC.



Рисунок 2 – Пневмоподвеска CDC автомобиля «Фольксваген-Туарег», позволяющая увеличивать дорожный просвет с 237 до 300 мм.

Ключевую роль в конструкции «Фольксвагена» играют модули пневматических стоек. Насос нагнетает воздух в резервуар-аккумулятор, и распределяет его по контурам.

Электронные системы CDC и ABC аналогичны по своим функциям. Водитель «Туарега» может принудительно поднять или опустить машину, а также выбрать один из четырех режимов жесткости. Кроме того, «Туарег» автоматически меняет положение кузова в зависимости от скорости. Практически электроника обеспечивает минимальные вертикальные колебания кузова, постоянный дорожный просвет и максимально четкий контакт шин с дорогой.

Подобные конструкции активно внедряют и на других автомобилях. Например, на автомобилях «Майбах» и «Мерседес», классов E и S, устанавливается пневмоподвеска «Эйрматик DC» (рис. 3), по конструкции очень близкая к уже описанной.

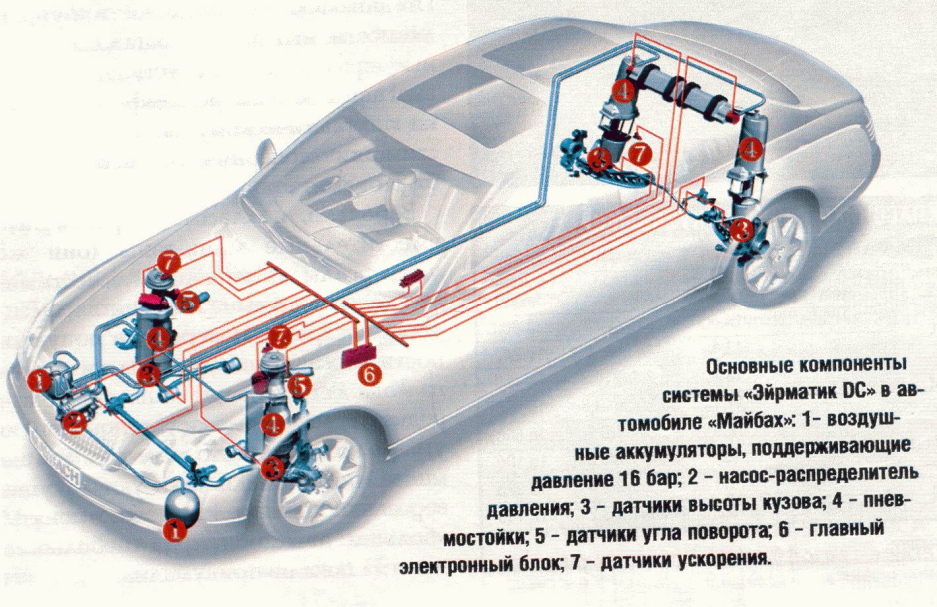


Рисунок 3 – Новая подвеска на автомобиле «Майбах»

Для автомобилей массового производства активные пневмоподвески пока слишком дороги. На автомобилях среднего класса в ближайшие годы будут устанавливаться «полуактивные» гидравлические системы. Такие подвески фирма «Ситроен» совершенствует уже несколько десятилетий.

В настоящее время, в частности, начинает применяться подвеска «Гидрактив» третьего поколения, которая не только изменяет дорожный просвет, но и жесткость демпфирующих устройств, в качестве которых используются сферические баллоны со специальной жидкостью. На каждой из осей размещены по три сферы (по одной на колесах и центральная, выполняющая функцию аккумулятора).

Чем выше давление жидкости, тем более жесткой становится подвеска. Управляет системой блок, объединивший центральный гидравлический аккумулятор давления, электронасос и компьютер.

Американская для регулирования жесткости изменяет вязкость используемой в амортизаторах жидкости. В качестве таковой используется жидкость MRF, в состав которой входят частицы железа.

В амортизаторах установлены магниты, силовое поле которых отслеживается (с периодичностью до нескольких сотен раз в секунду) мощным процессором. Благодаря этому увеличивается или уменьшается вязкость масла и, соответственно, жесткость амортизаторов. Конструкция «Делфай» уже эксплуатируется на серийном автомобиле «Кадиллак-Севиль».

Недостатком подвески «Гидрактив» является ее неспособеность ликвидировать «кивки» кузова. Подвеска фирмы «Делфай» влияет лишь на жесткость амортизаторов, но не на дорожный просвет. Вместе с тем, по сообщениям печати, применение этих подвесок обеспечивает существенное улучшение качества подрессориванния.

Таким образом, традиционные подвески постепенно уступают место гидравлическим или пневматическим системам, управляемым электроникой, которая открывает перед конструкторами новые возможности. У опытного автомобиля «Мерседес-Бенц F400 Карвинг» [1] угол развала колес, например, изменяется на ходу в пределах 20°, позволяя «ввинчивать» машину в поворот на высокой скорости, без опасения выйти за пределы своей полосы дороги (рис. 4).

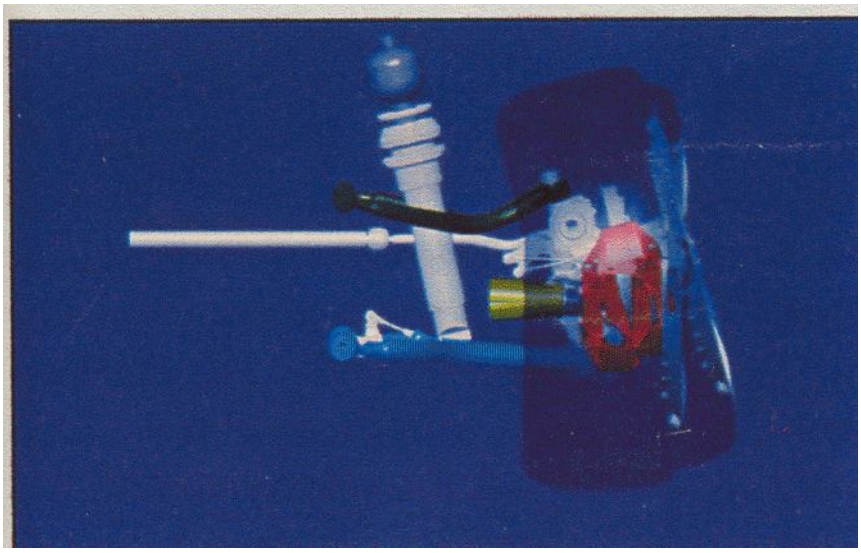


Рисунок 4 – Установка гидравлического цилиндра в ступице F400, позволяющего менять наклон колес по отношению к дороге

В области поиска оптимальных подвесок для военной автомобильной техники активное участие принимают научные учреждения Великобритании [1].

Оборонным агентством DERA проведены исследования по оценке влияния конструкции подвески на максимальные скорости движения автомобиля и на показатели плавности хода. С этой целью DERA провело сравнительные испытания четырех модификаций 8-тонного транспортного средства Bedford. В числе сравниваемых образцов были: серийный автомобиль с листовыми рессорами, автомобиль с зависимой подвеской и пружинами в качестве упругих элементов, и два автомобиля с независимой подвеской: один с пружинными упругими элементами и другой – с гидропневматической подвеской.

В ходе испытаний установлено, что у автомобиля с листовыми рессорами и независимой подвеской наилучшая управляемость, тогда как у автомобиля с зависимой подвеской и пружинными упругими элементами, и у автомобилей с независимой подвеской - наилучшие показатели плавности хода. Преимущества гидропневматической подвески заключались в возможности изменения высоты расположения кузова относительно дороги и жесткости их упругих элементов.

Применяемая за рубежом управляемая подвеска покрывает широкий спектр конструкций, начиная от простых адаптивных систем до полностью автоматических систем, работающих в широком диапазоне частот. В ходе проводимого исследования оценивалось влияние на качество подвески жесткости упругих элементов, их демпфирующих свойств и высоты кузова.

В результате этой работы удалось получить жесткость и демпфирующие свойства подвески, близкие по величине к показателям оптимизированной неуправляемой подвески, и обеспечить при этом максимальные хода подвески, необходимые для тяжелых условий применения автомобиля.

Конструкция подвергавшейся исследованию опытной подвески предусматривала возможность управления амортизаторами, то есть обеспечивала средства для быстрого изменения характеристик амортизаторов с целью улучшения управляемости или плавности хода автомобиля.

Применение систем, контролирующих положение кузова автомобиля и уменьшающих углы поворота кузова автомобиля вокруг осей, расположенных в продольной и поперечной плоскостях, во время поворота, ускорения и торможения автомобиля, обеспечивает возможность использования упругих элементов с меньшей жесткостью и тем самым, улучшает плавность хода автомобиля.

Находят применение также управляемые подвески, которые программируются, например, для движения по бездорожью так, чтобы обеспечить максимальную комфортабельность при соответствующих

ходах подвески в полосе частот до 50 Гц с возможностью регулирования величины усилий между колесами и кузовом.

Применяются также полуавтоматические системы обеспечение плавности хода, которые аналогичны управляемым подвескам, но отличаются от них тем, что энергия может рассеиваться через посредство управляемых амортизаторов. При этом управляемые амортизаторы заменяют обычные неуправляемые в стандартных подвесках и работают при высоких частотах. Таким образом обеспечивается ограничение колебаний во всем диапазоне частот при движении автомобиля и сохраняется возможность варьирования эффективностью демпфирования.

Полуавтоматическая подвеска совместима с регулятором жесткости упругих элементов и регулятором высоты кузова. Кроме того, в качестве дополнительного оборудования, такая подвеска допускает применение систем, контролирующих положение кузова.

Установлено, что применение полуавтоматической подвески обеспечивает значительное улучшение показателей плавности хода по сравнению с обычной неуправляемой подвеской: на 17 % снижаются ускорения на сиденье водителя, на 5…12 % уменьшаются динамические нагрузки на колеса, на 28 % уменьшается рабочее пространство, необходимое для размещения элементов подвески задних колес, на 12 % – аналогичное пространство для передних колес и на 4 % – пространство для средних колес. Ускорения при колебаниях вокруг осей, расположенных в продольной и поперечной плоскостях автомобиля, снижаются на 23…26 %.

Первоначально были проанализированы возможные технологии регулирования амортизаторов, а именно использование управляемых соленоидами клапанов, обеспечивающих несколько ступеней эффективности демпфирования; применение магнитных материалов для управления клапанами; использование магнитореологической или электрореологической жидкости для создания демпфирующих усилий или управления клапанами; применение последовательно включаемых встроенных клапанов, обеспечивающих два или несколько режимов демпфирования.

Упругий элемент гидропневматической подвески является весьма гибким, многофункциональным компонентом. Поскольку для создания упругости используется газ, жесткость подвески может быть увеличена или уменьшена за счет изменения объема этого газа. Изменяя количество рабочей жидкости, можно обеспечить регулирование высоты кузова. Амортизатор может быть объединен с упругим элементом. Таким образом, один компонент способен выполнять несколько функций.

Однако следует отметить, что в этой многофункциональности есть и

отрицательная сторона. Величина давления в упругих элементах должна быть достаточной для удержания всей подрессоренной массы автомобиля. Чтобы это давление не достигало чрезмерных величин - более 35 МПа, упругий элемент должен иметь сравнительно большую активную площадь. Эта площадь примерно в 10 раз превосходит активную площадь обычного амортизатора грузового автомобиля. При объединении упругого элемента с амортизатором расход рабочей жидкости через клапан амортизатора будет, кроме того, в 10 раз превышать расход рабочей жидкости в неуправляемом амортизаторе.

С учетом этого обстоятельства были рассмотрены возможности применения той или иной технологии для создания полуавтоматической подвески. Принимая во внимание размеры компонента и возможные проблемы, связанные с износом отдельных элементов, наиболее приемлемым решением было признано использование для регулирования демпфирующих свойств блоков последовательно располагаемых встроенных клапанов.

При испытаниях установлено, что показатели плавности хода созданного образца были значительно улучшены по сравнению с показателями автомобиля, имеющего неуправляемую подвеску. Ускорения на сиденье водителя при различных массах перевозимого груза уменьшились на величину 8…15 %, ускорения при колебаниях вокруг оси, лежащей в поперечной плоскости, оказались сниженными на величину 21…45 %, а ускорения при колебаниях вокруг оси, лежащей в продольной плоскости, уменьшились на величину 12…22 %.

Таким образом, в ходе проведенного анализа установлено, что за счет применения полуавтоматической подвески с управляемыми амортизаторами обеспечивается значительное улучшение показателей плавности хода автомобиля, в том числе при различных массах перевозимого груза.

Список литературы

1. Автостроение за рубежом № 5. 2003.

2. Аксенов П.В. Многоосные автомобили. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 280 с.

3. Платонов В.Ф. Полноприводные автомобили. – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 312 с.

4. Поливаев О.И., Беляев А.Н. Оценка влияния упругодемпфирующего привода ведущих колес на поворачиваемость МТА // Техника в сельском хозяйстве № 2. 2000. С. 27 – 30.

УДК 004.42:621.355

Заварзин А.Т., Кытман Д.А., Бойков П.А.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Аннотация. В статье рассматривается способ проведения лабораторной работы с использованием компьютерного тренажера. Описывается интерфейс компьютерной лабораторной установки для исследования электрических характеристик аккумуляторных батарей.

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, лабораторная работа, программный продукт.

Abstract. The article presents the method of conducting a laboratory work using a computer simulator. It describes an interface a computer laboratory set for studding electrical characteristics of batteries.

Keywords: battery, laboratory work, software.

Одной из основных черт современной армии является высокая мобильность войск, которая обеспечивается наличием достаточного количества автомобильных базовых шасси (АБШ). Обеспечение боевой готовности частей и подразделений, грамотная эксплуатация АБШ невозможны при отсутствии подготовленных специалистов.

Одним из возможных путей достижения высокого результата в области эксплуатации средств наземного обслуживания общего применения (СНО ОП) является совершенствование процесса подготовки кадров и разработка электронных учебников и компьютерных программ для изучения таких дисциплин как: «Термодинамика и теплопередача», «Конструкция транспортных средств специального назначения». Это повлияет на эффективность занятий, сокращение сроков обучения, что приведет к улучшению качества подготовки специалистов.

Анализ учебно-методического комплекса дисциплины «Конструкция транспортных средств специального назначения» свидетельствует о том, что методика проведения лекционных, групповых и практических занятий обеспечивает качественное усвоение учебного материала и приобретение соответствующих знаний.

Вместе с тем наблюдается недостаточная эффективность проведения лабораторной и самостоятельной работы. При проведении лабораторной работы №1 «Исследование характеристик аккумуляторных батарей» приобретаются навыки экспериментального исследования электрических

характеристик аккумуляторных батарей. Недостатками в методике проведения работы являются:

- значительные материальные, финансовые и трудовые затраты на оснащение и эксплуатацию учебной лаборатории при организации нескольких рабочих мест по количеству подгрупп курсантов;

- значительные временные затраты на выполнение лабораторной работы, в результате до 50% обучаемых не успевают оформить и защитить отчет во время занятия;

- при ограниченном количестве рабочих мест не все курсанты получают возможность полностью самостоятельно производить практические действия, связанные с исследованием электрических характеристик аккумуляторных батарей;

- неизбежно возникающие при этом ошибки, могут привести к поломкам дорогостоящего оборудования и представлять опасность для учащихся и персонала;

- невозможность в полном объеме исследовать характеристики аккумуляторных батарей (полный цикл разряда и заряда составляет до 24 часов, а время на работу согласно рабочей программе – 4 часа).

Аккумуляторная батарея и используемое лабораторное оборудование является источником повышенной опасности, имеет достаточно высокую стоимость и требует хорошей предварительной подготовки для работы с ними. Таким образом, аккумуляторная батарея попадает в категорию технических средств, для освоения которых рационально использовать комплексный подход, сочетающий в себе подготовку на компьютерных тренажерах и натурные исследования.

Этим обосновывается целесообразность создания компьютерной лабораторной установки для проведения лабораторной работы «Исследование характеристик аккумуляторных батарей».

Электрохимические процессы в аккумуляторной батарее можно описать известными зависимостями.

Зависимость ЭДС от плотности электролита в диапазоне 1,05-1,30 г/см^3 описывается выражением [1]:

$$E = 0{,}84 + \rho, \qquad (1)$$

где E - ЭДС аккумулятора, В; ρ - приведенная к температуре 25°С плотность электролита, г/см^3.

Напряжение аккумулятора отличается от его ЭДС на величину падения напряжения во внутренней цепи при прохождении разрядного или зарядного тока. При разряде напряжение на выводах аккумулятора меньше ЭДС, а при заряде больше.

Разрядное напряжение:

$$U_р = E - I_р \cdot r = E - E_П - I_р \cdot r_0, \quad (2)$$

где $E_П$ - ЭДС поляризации, В; $I_р$ - сила разрядного тока, А; r - полное внутренне сопротивление, Ом; r_0 - омическое сопротивление аккумулятора, Ом.

Зарядное напряжение:

$$U_З = E + I_З \cdot r = E + E_П + I_З \cdot r_0, \quad (3)$$

где $I_З$ – сила зарядного тока, А.

Полным внутренним сопротивлением аккумулятора принято называть сопротивление, оказываемое прохождению через аккумулятор постоянного разрядного или зарядного тока:

$$r = r_0 + \frac{E_П}{I_р} = r_0 + r_П, \quad (4)$$

где $r_П$ - сопротивление поляризации, Ом, сопротивление поляризации уменьшается с увеличение силы тока и возрастает с понижением температуры.

Вольт-амперной характеристикой (ВАХ) называют зависимость напряжения на выводах аккумуляторной батареи от силы разрядного тока для определенного момента времени после включения батареи на разряд:

$$U_б = U_{нр} - R_б \cdot I_р, \quad (5)$$

где $U_б$ - напряжение на выводах батарей, В; $U_{нр}$ - начальное разрядное напряжение, В; $R_б$ - расчетное внутреннее сопротивление батареи, Ом; $I_р$ - сила тока разряда батареи, А.

Анализ существующих сред программирования позволил выделить три программных продукта для создания компьютерной лабораторной установки: Delphi, Borland C++ и C++ Builder.

Сравнение трех программных сред определило выбор в пользу C++ Builder.

В среде C++Builder была разработана компьютерная лабораторная установка для исследования электрических характеристик аккумуляторных батарей [3].

Пользовательский интерфейс программы представлен на рисунке 1:

- инструкцией по использованию программы;
- изображением схемы установки, наделенным рядом активных зон, воспринимающих воздействия манипулятора мышь;
- кнопками включения – выключения таймера;
- окном графиков.

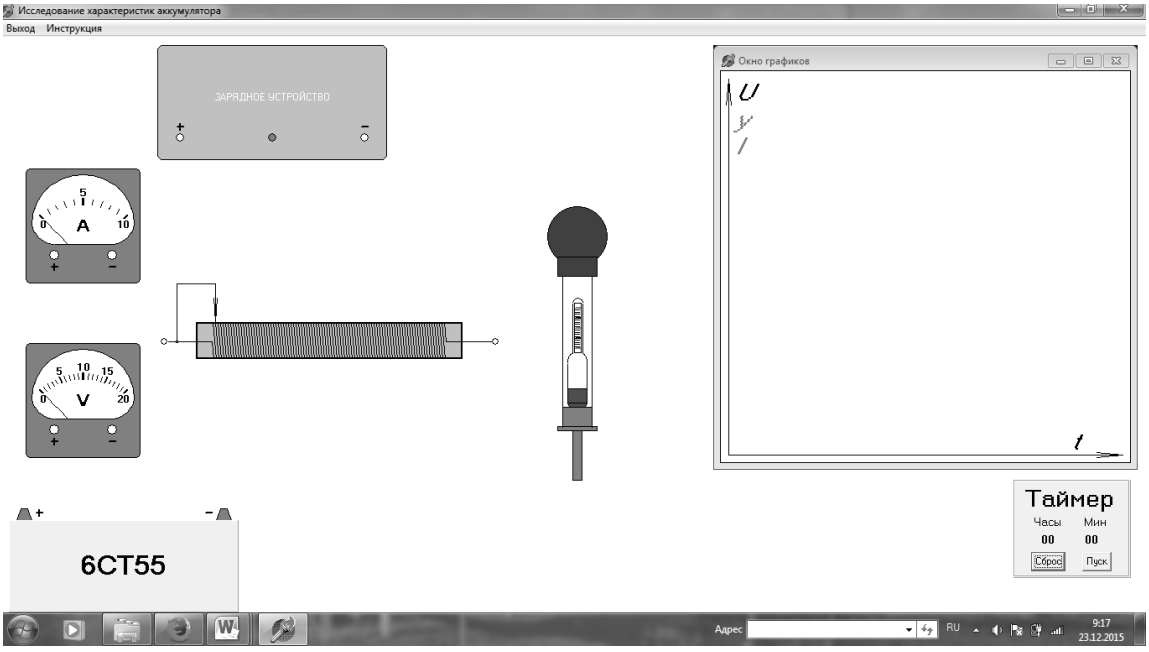


Рисунок 1 – Виртуальная лабораторная установка для исследования электрических характеристик аккумуляторных батарей

Инструкция по использованию программы позволяет подготовиться к проведению лабораторной работы в ускоренном режиме.

а) Подключение-отключение проводов:

- клемма, служащая началом провода отмечается щелчком любой кнопки мыши. Отмеченная клемма выделяется красным цветом;
- клемма, служащая концом подключаемого провода отмечается щелчком левой кнопки мыши;
- клемма, служащая концом отключаемого провода отмечается щелчком правой кнопки мыши.

б) Управление денсиметром:

- для перемещения денсиметра навести на него указатель курсора, нажать левую кнопку мыши и не опуская ее переместить денсиметр в нужное место;

- для набора электролита навести указатель курсора на грушу денсиметра, нажать правую кнопку мыши и не опуская ее деформировать грушу;

- для увеличения изображения шкалы ареометра (это улучшает читаемость) навести на него указатель курсора и нажать правую кнопку мыши. Увеличенное изображение присутствует до тех пор, пока правая кнопка мыши удерживается в нажатом положении.

в) Управление таймером:

- щелчок по кнопке Пуск включает таймер и схема начинает работать;

- щелчок по кнопке Стоп приостанавливает работу таймера и схемы;

- кнопка Сброс устанавливает показания таймера на Ноль и очищает окно графиков.

г) Работа с реостатом:

- для перемещения реохорда навести на него указатель курсора, нажать левую кнопку мыши и не отпуская ее переместить ползун в нужное положение.

д) Работа с вольтметром и амперметром:

- для чтения показаний приборов в цифровом формате навести на прибор указатель курсора и нажать на любую клавишу мыши;

- вызов окон с инструкциями к программе.

Активными элементами стенда, воспринимающими команды мыши, являются:

- клеммы зарядного устройства;
- клеммы аккумуляторной батареи;
- клеммы амперметра и вольтметра;
- реохорд и клеммы реостата;
- шкала амперметра, вольтметра и ареометра;
- груша ареометра;
- кнопки таймера.

В окне графиков при выполнении лабораторной работы автоматически строятся графики, отражающие характер зависимости напряжения плотности электролита и силы тока от времени процесса.

Предложена следующая последовательность исследования электрических характеристик аккумуляторной батареи [2].

При построении разрядной характеристики:

- собрать электрическую схему установки для получения разрядной характеристики аккумулятора согласно рисунку 2;

- по формуле $I_p = 0{,}1 \cdot C_{20}$ вычислить силу тока разряда;

- контролируя по амперметру силу тока разряда с помощью реостата установить требуемое его значение;

- на таймере нажать кнопку «пуск».

В процессе разряда требуется отслеживать показания амперметра (ток разряда), вольтметра (напряжение аккумулятора U), плотность электролита γ и записывать эти значения в таблицу. По мере разряда ток уменьшается, поэтому его периодически следует корректировать реостатом. Процесс разряда прекращается при достижении напряжения аккумуляторной батареи равного 10,2 В, что соответствует напряжению 1,7 В на одном аккумуляторе.

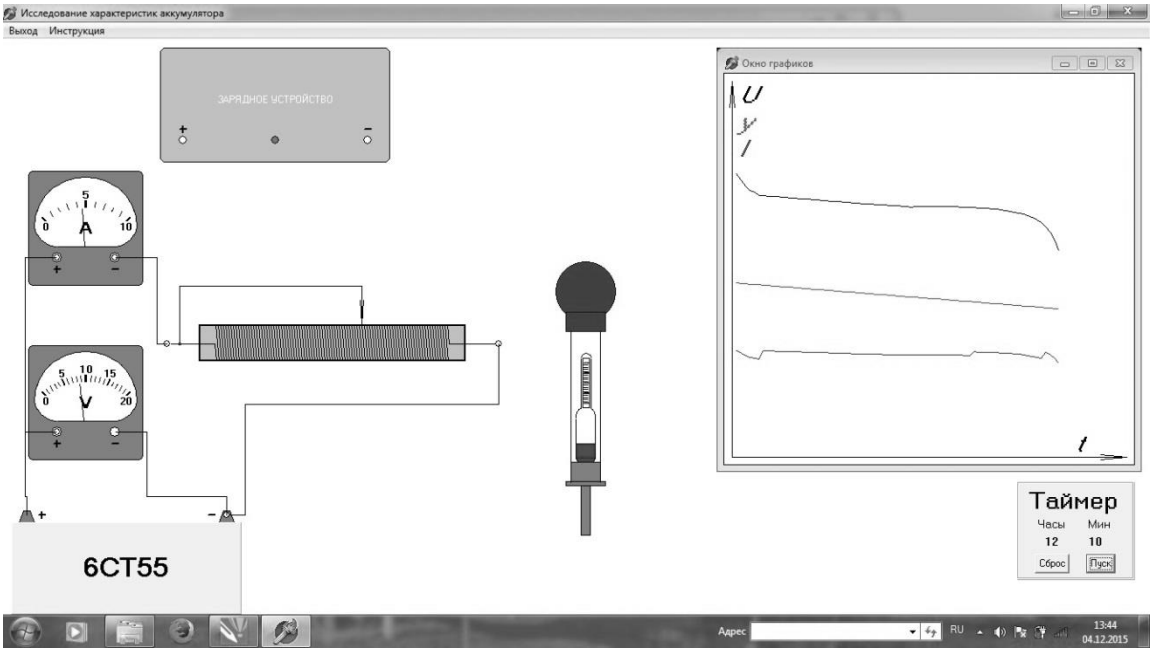


Рисунок 2 – Монтажная схема для снятия разрядной характеристики

Действия по снятию зарядной характеристики выполняются в следующей последовательности:

- собрать электрическую схему установки для получения зарядной характеристики аккумулятора согласно рисунку 3;

- по формуле $I_з = 0{,}1 \cdot C_{20}$ вычислить силу тока заряда;

- контролируя по амперметру силу тока заряда с помощью реостата устанавливать требуемое его значение.

Все дальнейшие действия совпадают с действиями, выполняемыми при построении разрядной характеристики.

Заряд прекращается после того как напряжение и плотность электролита в течении 2 часов будут находиться на неизменном уровне.

Обработке подлежат данные собранные в таблицы при выполнении замеров, связанных с получением разрядной и зарядной характеристик.

Достигнутые результаты позволили повысить качество обучения и добиться повышения успеваемости в 2015/16 учебном году на 5 – 10% по сравнению с аналогичным периодом 2014/15 учебного года.

Использование разработанной лабораторной установки позволяет получить следующие результаты:

- сокращаются материальные, финансовые и трудовые затраты на оснащение и эксплуатацию учебных лабораторий;

- обучающиеся получают возможность полностью самостоятельно производить все действия, связанные с испытаниями аккумуляторов, неизбежно возникающие при этом ошибки, не приводят к поломкам дорогостоящего оборудования и не представляют опасности для самих учащихся и персонала;

- у обучающихся недостаточно освоивших процесс испытаний аккумуляторов на плановых занятиях, появляется возможность продолжить изучение этого вопроса в компьютерном классе на консультациях и в часы самостоятельной работы.

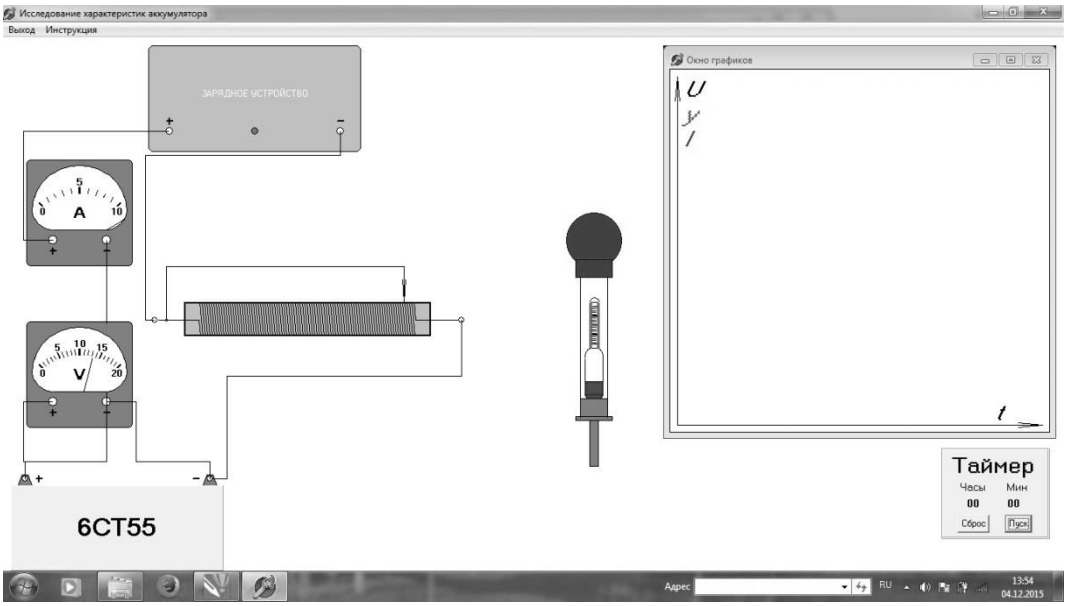


Рисунок 3 – Монтажная схема для снятия зарядной характеристики

Таким образом, внедрение разработанного аппаратно-программного комплекса позволяет обеспечить повышение эффективности подготовки специалистов по эксплуатации автомобильных базовых шасси.

Список литературы

1. Иванищев П.И. Лабораторный практикум по дисциплине «Машины и агрегаты для содержания аэродромов». – Воронеж: ВВАИИ, 2004, - 34 с.

2. Конструкция транспортных средств специального назначения. Электрооборудование транспортных средств специального назначения: Лабораторный и компьютерный практикум / Пурусов Ю.М., Леонтьев К.Н., Лиховидов Д.В., Германович А.С. – Воронеж, 2015.- 62 с.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015617356 от 08.07.2015. Компьютерная лабораторная установка для исследования электрических характеристик свинцово-кислотной аккумуляторной батареи «Аккумулятор» / Иванищев П.И., Заварзин А.Т., Бойков П.А. – 1 с.

УДК 004.42:621.355

Заварзин А.Г. Шаховских А.И., Студеникин Е.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРА ПРИ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ТОРМОЗНЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Аннотация. В статье предлагается компьютерный тренажер, позволяющий снизить затраты на проведение лабораторных исследований в учебном процессе.

Ключевые слова: автомобиль, тормозные свойства, исследование, лабораторная работа, тренажер.

Abstract. The article describes a computer simulator allowing to reduce the cost of carrying out laboratory researches in the educational process.

Keywords: car, brake qualities, research, laboratory work, simulator.

В условиях реформирования системы образования и высшей военной школы РФ обострились проблемы совершенствование подготовки военных специалистов, а в частности специалистов по эксплуатации автомобильных базовых шасси.

Одним из возможных путей достижения высокого результата в области подготовки специалистов по эксплуатации средств наземного обслуживания общего применения (СНО ОП) является совершенствование процесса обучения внедрением электронных учебников и компьютерных тренажеров.

Анализ учебно-методического комплекса дисциплины «Теория транспортных средств специального назначения» свидетельствует о том, что методика проведения лекционных и групповых занятий обеспечивает качественное усвоение учебного материала и приобретение соответствующих знаний.

Вместе с тем наблюдается недостаточная эффективность проведения лабораторных занятий. Особенно это актуально при обучении иностранных военнослужащих в связи с их национальными особенностями, уровнем владения русским языком, трудностями адаптации [3].

В процессе проведения лабораторных работ, обучающиеся практически осваивают теоретические положения изучаемой дисциплины [1], овладевают техникой экспериментальных исследований и анализа полученных результатов, приобретают навыки работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и электронно-вычислительной техникой.

Так, при проведении лабораторной работы «Исследование тормозных свойств базового шасси», (дисциплины «Теория транспортных средств специального назначения»), обучающиеся приобретают навыки определения начальной скорости по остановочному пути и изучают зависимость остановочного пути от условий движения.

При проведении лабораторной работы в натурных условиях перед испытаниями автомобиль оснащается деселерометром. На дороге вешками отмечают мерные участки длиной не менее 500м. Для испытания выбираются ровные горизонтальные участки дорог. Опыты проводят на дорогах с различными типами и состояниями покрытий.

В процессе испытаний автомобиль проезжает мерный участок с постоянной скоростью. Наблюдатели, стоящие у вешек в начале и конце мерного участка, дают отмашки при въезде автомобиля на участок и при выезде с него. Наблюдатель с секундомером по отмашкам фиксирует время прохождения участка. При выезде с мерного участка водителю автомобиля подается команда «Стоп», по которой он производит экстренное торможение.

После остановки автомобиля по деселерометру определяют максимальное замедление $j_{уст}$, измеряется длина следа, оставленного заблокированными колесами на дороге $S_{уст}$, измеряется остановочный путь S_0, как расстояние от места подачи сигнала «Стоп» до места остановки автомобиля.

Для исключения вариантов уклонов на результаты замеров каждый опыт проводят дважды при движении автомобиля по одному и тому же участку в противоположных направлениях.

При организации проведения этой работы выявлены следующие недостатки:

- неправильно выполненные действия могут привести к поломкам дорогостоящего оборудования, а высокий риск травматизма может представлять опасность для учащихся и персонала;

- значительные материальные, финансовые и трудовые затраты на оснащение и эксплуатацию учебной лаборатории при организации нескольких рабочих мест по количеству подгрупп курсантов;

- значительные временные затраты на выполнение лабораторных работ, в результате до 50% обучаемых не успевают оформить и защитить отчет во время занятия;

- у курсантов, недостаточно освоивших методику проведения исследований на плановых занятиях, отсутствует возможность продолжить изучение этого вопроса в часы самостоятельной подготовки.

С целью исключения указанных недостатков разработана компьютерная лабораторная установка для исследования тормозных свойств автомобиля [2].

Компьютерная модель проведения испытания показана на рисунке 1. На нем виден автомобиль, рулетка для измерения длины характерных участков торможения.

Управление движением автомобиля осуществляется «Пультом управления», оформленным в виде отдельного окна. На рисунке 1 оно расположено в верхней части экрана.

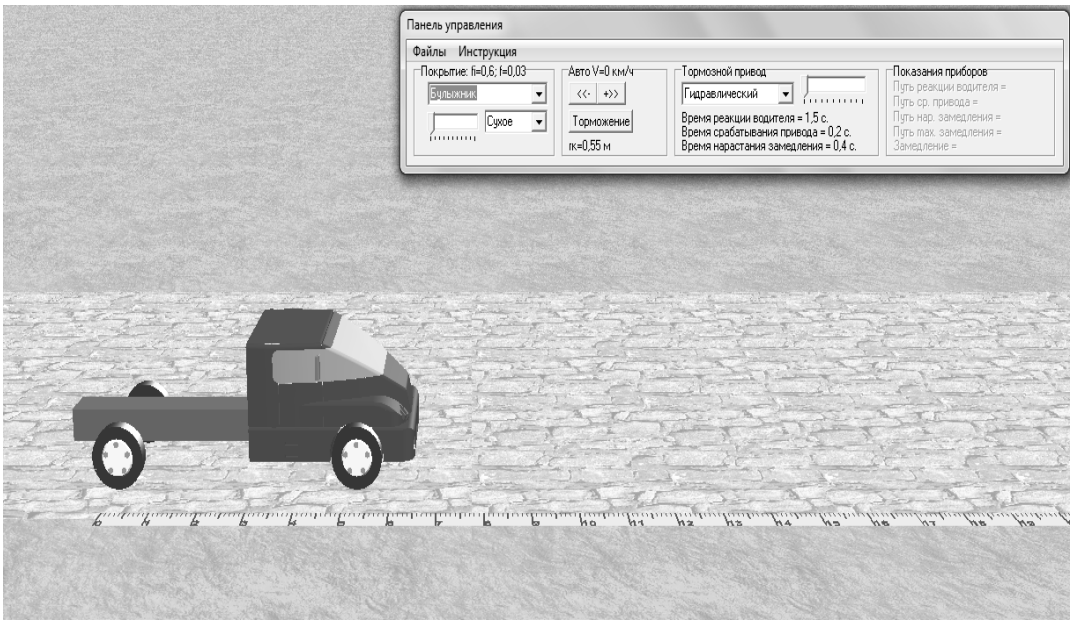


Рисунок 1 – Вид компьютерной лабораторной установки для исследования тормозных свойств автомобиля

Пользователь имеет возможность изменять положения точки зрения на автомобиль и дорогу. Для этого используются управляющие клавиши, например:

- клавиши «Ctrl+←», «Ctrl +→» перемещают рулетку вдоль дороги. Это необходимо для измерения участков пути, пройденных автомобилем при торможении или выбеге.

Через «Панель управления» выполняются настройки параметров дороги и автомобиля, на нее выводятся показания приборов, отражающих результаты испытаний. Панель разделена на несколько участков.

В верхней строке «Панели управления» находится главное меню с пунктами «Файлы», «Инструкция».

Пункт «Инструкция» выводит на экран окно с краткой инструкцией по пользованию программой.

Основная часть «Панели управления» разделена на четыре раздела.

Раздел «Покрытие» определяет параметры дорожного покрытия. Он содержит два выпадающих списка для выбора типа покрытие и его влажности, а также TrackBar для плавного изменения свойств покрытия. При смене состояния этих элементов, меняются коэффициент сцепления φ и коэффициент сопротивления качению f. Величины этих параметров выводятся правее надписи элемента «Покрытие».

Раздел «Авто» содержит элементы управления автомобилем. Здесь имеются кнопки изменения скорости «+>>» и «<<–» . Кнопкой «+>>» увеличивают скорость движения вперед, а кнопка «<<–» - назад.

Кнопка «Торможение» переводит автомобиль в одноименный режим, что соответствует нажатию на педаль тормоза в реальных условиях.

В разделе «Авто» радиус колес автомобиля указан в виде надписи «$r_к$=0,55м».

В верхней части раздела отражается текущая скорость автомобиля.

Раздел «Тормозной привод» включает в себя выпадающий список с перечнем тормозных приводов. Элемент Track Bar расположенный рядом со списком приводов, плавно изменяет параметры выбранного тормозного привода. Выбор типа привода и корректировка его параметров изменяют время срабатывания привода и время нарастания замедления. Конкретные значения этих параметров отражаются в соответствующих записях данного раздела.

Последний четвертый раздел «Показания приборов» отображает показания приборов. При перемещении указателя мыши над «Панелью управления», всплывают подсказки, указывающие назначение соответствующих элементов интерфейса.

В этом разделе высвечивается следующие величины (рисунок 2):

- $t_{ср}$ время срабатывания привода;
- $t_{нз}$ время нарастания замедления;
- V скорость движения автомобиля;

- $t_{рв}$ время реакции водителя;

- $t_{ос}$ остановочное время;

- S_1 остановочный путь, измеренный от заднего борта кузова;

- S_2 длина следа, оставленного на дороге заблокированными колесами;

- ускорение j_2, зафиксированное деселерометром;

- коэффициент сцепления φ.

Программа, разработана в среде программирования C++ Builder 6, с использованием библиотеки трехмерных графических построений OpenGL.

Опыт использования компьютерного тренажера в учебном процессе подтверждает повышение эффективности обучения:

- снижается стоимость обучения, следовательно, появляется возможность многократного повторения работы;

- создаются более комфортные психологические условия обучения;

- обеспечивается возможность индивидуального выполнения работы (не в составе группы) за счет увеличения количества рабочих мест, на которых одновременно обучаются курсанты.

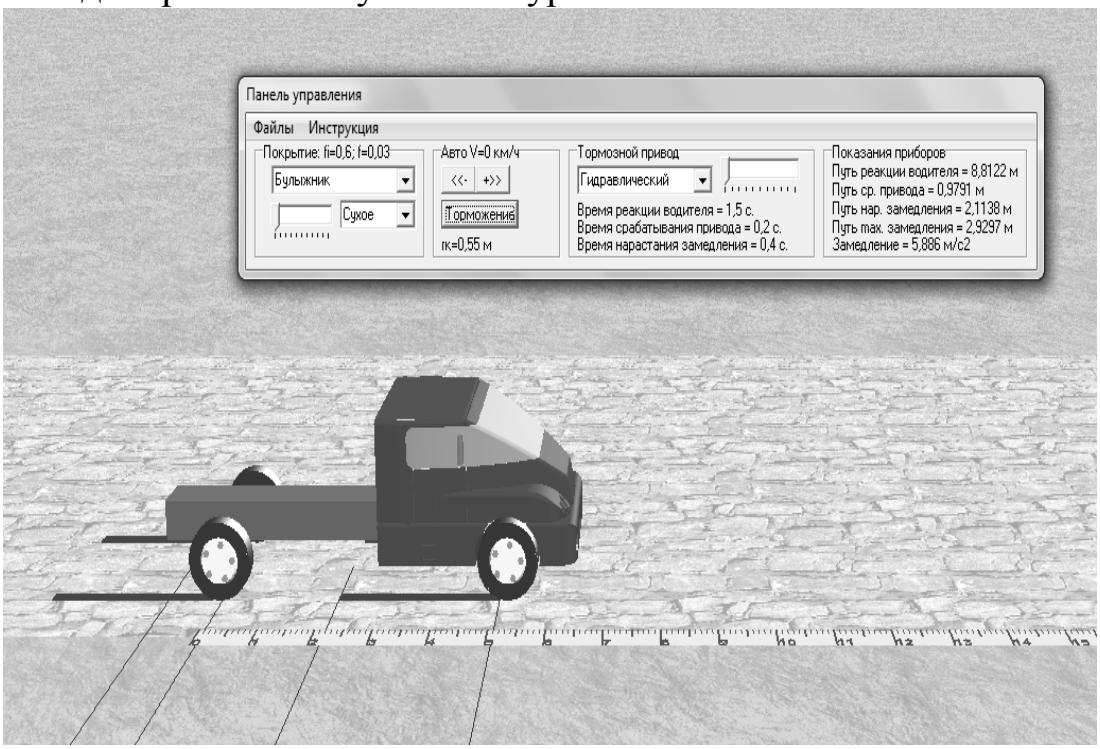


Рисунок 2 – Вид экрана на конечном этапе испытания

Следует отметить, что предлагаемая компьютерная лабораторная установка не отменяет проведения натурных испытаний, а является дополнительным средством, обеспечивающим эффективное усвоение теоретических положений изучаемой дисциплины, овладение техникой

экспериментальных исследований и приобретение навыков анализа полученных результатов.

Список литературы

1. Заварзин А.Т., Иванищев П.И., Пурусов Ю.М. Теория транспортных средств специального назначения. Учебное пособие. – Воронеж: ВАИУ, 2012, 143 с.

2. Заварзин А.Т., Леонтьев К.Н., Пурусов Ю.М. Теория транспортных средств специального назначения. Исследование эксплуатационных свойств автомобильных базовых шасси. Лабораторный практикум. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2014, 38 с.

3. Обучение иностранцев в России: проблемы и перспективы. Международный межвузовский научно-методический семинар. / редкол.: Н.В. Гужова [и др.]. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2011, 100 с.

УДК 621.59

Игнатьев В.Г., Братков И.В.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТАЦИОНАРНОГО РЕЖИМА НЕПРЕРЫВНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ В НАСАДОЧНОМ КОНТАКТНОМ УСТРОЙСТВЕ

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. С учетом допущений равенства скрытых теплот испарения и теплоемкостей компонентов смеси, идеальности паровой и жидкой фаз и предположения об эквимолярности процесса массопередачи предлагается математическая модель стационарного режима процесса непрерывной ректификации в насадочном контактном устройстве, позволяющая определить профиль изменения составов паровой и жидкой фаз, а также температур по высоте насадки.

Ключевые слова: математическая модель, стационарный режим, процесс непрерывной ректификации, насадочное контактное устройство.

Abstract. In view of assumptions about equality of the latent heats of evaporation and thermal capacities of components of a mix, ideality of steam and liquid phases and assumptions about equal molar process of mass transfer it is offered mathematical model of a stationary mode of process of continuous rectification in the nozzle, contact device, allowing to define a structure of change of structures of steam and liquid phases, and also temperatures on height of a nozzle.

Keywords: mathematical model, stationary mode, process of continuous rectification, nozzle contact device.

Оптимизация технологического процесса производства любой продукции содержит важный этап – определение (отыскание) математической модели – уравнения связи выходного показателя качества изделия (параметра оптимизации) с параметрами этого изделия или технологического процесса (входными факторами). Использование модели позволяет яснее увидеть взаимосвязь причин и следствий, входов и выходов, быстрее сделать необходимые выводы, принять правильные решения.

Для построения математической модели стационарного режима процесса непрерывной ректификации в насадочном контактном устройстве принимается допущение о том, что питание на контактное устройство подается в виде жидкости L при температуре кипения с известным составом $\bar{x}(0)$, величина потока пара G и его состав $\bar{y}(0)$ заданы.

Схематическое изображение процесса непрерывной ректификации в насадочном контактном устройстве представлено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схематическое изображение процесса непрерывной ректификации в насадочном контактном устройстве

Принимается также допущение о равенстве скрытых теплот испарения и теплоемкостей компонентов, что позволяет считать постоянными величины потоков пара и жидкости в насадочном контактном устройстве, высота которой равна H. Поэтому нет необходимости включать в состав математического описания уравнения тепловых балансов и стехиометрическое соотношение для состава жидкой фазы ($\sum_{i=1}^{n} x_i = 1$).

В результате для описания процесса достаточно использовать уравнения покомпонентных балансов и стехиометрическое соотношение для состава равновесной паровой фазы $\sum_{i=1}^{n} y^*_i = 1$.

В качестве гидродинамической модели движения жидкости и пара в насадочном контактном устройстве принимается модель идеального вытеснения.

Допускается, что при описании фазового равновесия жидкость – пар паровую и жидкую фазы в насадочном контактном устройстве можно считать идеальными и жидкость в колонне находится при температуре кипения.

Предполагается, что массопередача является эквимолярной, коэффициент массопередачи один в пределах насадочного контактного устройства и равен $\bar{k}$, а площадь поверхности массопередачи F равномерно распределена по высоте насадочного контактного устройства.

В соответствии с принятыми допущениями для каждой из фаз в насадочном контактном устройстве можно записать следующие уравнения покомпонентных балансов:

для паровой фазы:

$$G \cdot \frac{dy_i}{dh} = \frac{F}{H} \cdot g_i^G,\ i = 1,...,n, \tag{1}$$

где локальная скорость массопередачи для паровой фазы:

$$g_i^G = k_{yi} \cdot (y^*_i - y_i),\ i = 1,...,n; \tag{2}$$

для жидкой фазы:

$$L \cdot \frac{dx_i}{dh} = \frac{F}{H} \cdot g_i^L,\ i = 1,...,n, \tag{3}$$

где локальная скорость массопередачи для жидкой фазы:

$$g_i^L = k_{xi} \cdot (x^*_i - x_i),\ i = 1,...,n. \tag{4}$$

С учетом того, что для локальных интенсивностей источников массопередачи в случае процесса ректификации будет справедливо:

$$-g_i^L = g_i^G, \tag{5}$$

а также принимая во внимание, что уравнения покомпонентных балансов записаны в разной системе координат – h и h', имеющих противоположное направление из-за противоточного движения жидкой и паровой фаз:

$$h = H - h', \tag{6}$$

где H – высота слоя насадки, h, h' – текущие координаты;

и, соответственно:

$dh = -dh'$,

уравнения покомпонентных балансов с учетом выражений для локальных скоростей (2)–(4) могут быть записаны в единой системе координат h:

$$G \cdot \frac{dy_i}{dh} = \frac{F}{H} \cdot k_{yi} \cdot (y^*_i - y_i),\ i = 1,...,n; \tag{7}$$

$$L \cdot \frac{dx_i}{dh} = \frac{F}{H} \cdot k_{yi} \cdot (y^*_i - y_i),\ i = 1,...,n. \tag{8}$$

Учитывая равенство правых частей уравнений (7) и (8), последнее дифференциальное уравнение можно записать конечным уравнением следующего вида:

$$G \cdot (y_i - y_i(0)) = L \cdot (x_i - x_i(0)),\ i = 1,...,n, \quad (9)$$

где $\bar{y}(0)$, $\bar{x}(0)$ – составы соответственно паровой и жидкой фаз при значении текущей координаты слоя насадки $h = 0$.

Математическое описание фазового равновесия жидкость – пар в многокомпонентной системе с учетом идеальности паровой и жидкой фаз включает следующие уравнения [1]:

описывающее объединенный закон Дальтона–Рауля:

$$P \cdot y^*_i = P^0_i \cdot x_i,\ i = 1,...,n; \quad (10)$$

зависимости давления насыщенного пара индивидуального вещества i P^0_i от температуры T по уравнению Антуана:

$$P^0_i = \exp\left(A_i + \frac{B_i}{C_i + T}\right),\ i = 1,...,n, \quad (11)$$

где A_i, B_i, C_i – константы, справедливые в определенном диапазоне изменения температур и, соответственно, давлений;

стехиометрическое соотношение для мольных долей равновесной паровой фазы:

$$\sum_{i=1}^{n} y^*_i = 1. \quad (12)$$

Таким образом, для насадочного контактного устройства при условии стационарности процесса будут справедливы следующие уравнения:

$$\frac{dy_i}{dh} = \frac{F}{G \cdot H} \cdot k_{yi} \cdot (y^*_i - y_i),\ i = 1,...,n; \quad (13)$$

$$G \cdot (y_i - y_i(0)) = L \cdot (x_i - x_i(0)),\ i = 1,...,n; \quad (14)$$

$$y^*_i = \frac{P^0_i \cdot x_i}{P},\ i = 1,...,n; \quad (15)$$

$$P^0_i = \exp\left(A_i + \frac{B_i}{C_i + T}\right),\ i = 1,...,n, \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^{n} y^*_i = 1. \quad (17)$$

Система уравнений математического описания стационарного режима процесса непрерывной ректификации состоит из $(4n + 1)$ уравнений, среди которых есть как обыкновенные дифференциальные уравнения, так и конечные линейные и нелинейные уравнения.

С позиций выбора алгоритма решения производные в дифференциальных уравнениях целесообразно представить в виде

конечных разностей между начальной ($h = 0$) и конечной ($H = h$) точками их решения.

Тогда система уравнений математического описания этого процесса с учетом конечно-разностного представления производных (13) принимает вид:

$$
\begin{aligned}
&\overline{1}^{*}_{(n)} \quad \frac{y_i(H) - y_i(0)}{\Delta h} \cong \frac{F}{G \cdot H} \cdot k_{y_i}(y^{*}_i - y_i) \ (i = 1,...,n);\\
&\overline{2}_{(n)} \quad G \cdot \left(y_i(H) - y_i(0)\right) = L \cdot \left(x_i(H) - x_i(0)\right) \ (i = 1,...,n);\\
&\overline{3}_{(n)} \quad y^{*}_i = P^{0}_i \cdot x_i / P \ (i = 1,...,n);\\
&\overline{4}_{(n)} \quad P^{0}_i = \exp\left(A_i + \frac{B_i}{C_i + T}\right) \ (i = 1,...,n);\\
&5 \quad \sum_{i=1}^{n} y^{*}_i = 1.
\end{aligned}
\qquad (18)
$$

Результатом решения системы (4n + 1) уравнений (18) являются следующие (4n + 1) переменные: $\overline{x}(H)$, $\overline{y}(H)$, $\overline{y}^{*}$, $\overline{P}^{0}$, T.

Все остальные переменные и константы, в том числе и коэффициенты физико-химических зависимостей, например, коэффициенты уравнения Антуана для расчета давлений насыщенных паров индивидуальных веществ (16) и коэффициент массопередачи (13), должны быть заданы.

При этом для насадочного контактного устройства решается система 2п дифференциальных уравнений покомпонентного баланса (13) и (14), последние п из которых для определения $\overline{x}$ заменены конечными уравнениями (14), что существенно упрощает процедуру расчетов.

В результате для переменных $\overline{x}$, $\overline{y}$ получаются не только конечные точки решения $\overline{x}(0)$, $\overline{x}(H)$, $\overline{y}(0)$, $\overline{y}(H)$, но и профиль изменения составов фаз для насадочного контактного устройства $\overline{x}(h)$, $\overline{y}(h)$ (где $0 \le h \le H$), т.е. получаемые решения имеют вид:

$$
\begin{aligned}
&\overline{x}(0) \le \overline{x}(h) \le \overline{x}(H);\\
&\overline{y}(0) \le \overline{y}(h) \le \overline{y}(H).
\end{aligned}
\qquad (19)
$$

Одновременно с изменением указанных определяемых переменных изменяются и остальные определяемые переменные ($\overline{y}^{*}$, $\overline{P}^{0}$, T) вдоль пространственной координаты h в циклах решения задачи, связанных с решением конечно-разностного уравнения $\overline{1}^{*}_{(n)}$, аппроксимирующего соответствующее дифференциальное уравнение, и конечного уравнения $\overline{2}_{(n)}$.

Информационная матрица системы уравнений (18) и соответствующий алгоритм ее решения приведены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1. Информационная матрица системы уравнений математического описания стационарного режима процесса непрерывной ректификации

P / n	$\bar{y}_{(n)}(H)$	$\bar{y}_{(n)}(0)$	$\bar{x}_{(n)}(H)$	$\bar{x}_{(n)}(0)$	$\bar{y}^*_{(n)}$	$\bar{P}^0$	T	№
$\bar{1}^*_{(n)}$ *Диф. ур.*	⊕	⊕			⊕			4
$\bar{2}_{(n)}$	⊕	⊕	⊕	⊕				5
$\bar{3}_{(n)}$				⊕	⊕	⊕		2
$\bar{4}_{(n)}$						⊕	⊞	1
$\underset{Кор.\,ур.}{5}$					⊕		◇	3

Информационная матрица системы уравнений представляет собой квадратную матрицу, строки которой соответствуют номерам уравнений, а столбцы – обозначению определяемых переменных. Информационная матрица формируется следующим образом: на пересечении i-й строки, соответствующей i-му уравнению, с j-м столбцом ставится знак плюс, если i-е уравнение включает j-ю определяемую переменную. Эта процедура повторяется для всех независимых уравнений и определяемых переменных системы.

При построении информационной матрицы используются следующие условные обозначения:

а) для левого столбца информационной матрицы – номеров уравнений:

$\underset{Диф.\,ур.}{\bar{1}^*}$ – система обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, представленная в конечно-разностном виде;

$\bar{2}$ – система конечных уравнений;

$\underset{Кор.\,ур.}{5}$ – корректирующее уравнение в системе для нахождения определяемой переменной;

б) для правого столбца информационной матрицы:

№ – последовательность вычислений согласно выбранному алгоритму решения;

в) в поле информационной матрицы:

⊞ – задание начального приближения;

⊕ – определение значения переменной;

⊕ – использование значения переменной, полученное из предыдущих расчетов;

◇ – коррекция значения переменной, заданной как приближение для расчетов.

Блок-схема алгоритма расчета строится в строгом соответствии с правым столбцом информационной матрицы (табл. 1), где указана последовательность выполнения расчетов (рис. 2). При этом предлагается пользоваться условными обозначениями графических блоков:

Старт – начало вычислительного процесса;

Стоп – конец вычислений;

– блок обмена информацией: ввод и вывод данных и результатов расчетов;

– вычислительный блок: блок вычислительного процесса, не использующий стандартные вычислительные процедуры и алгоритмы;

– алгоритмический блок: блок предопределенного вычислительного процесса, в том числе со сложными численными алгоритма- ми и процедурами проверки условий окончания приближенных расчетов;

f – блок расчета, связанный с алгоритмическим блоком и используемый предопределенным алгоритмом для расчета функций при решении конечных уравнений, записанных в неявном виде, либо для расчета правых частей обыкновенных дифференциальных уравнений, записанных в явном виде.

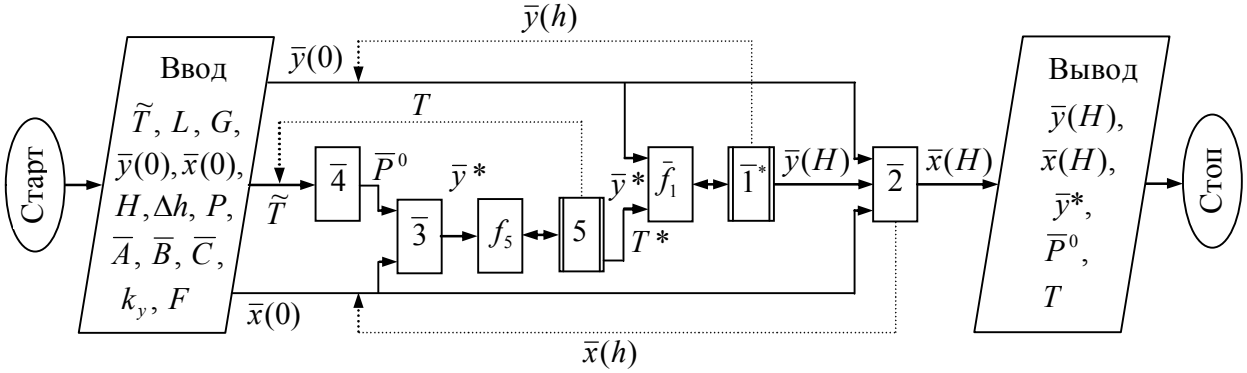


Рисунок 2 – Алгоритм решения системы уравнений математического описания стационарного режима процесса непрерывной ректификации

Процесс последовательных приближений (итерационный процесс) для итерируемой переменной, приводящей к решению корректирующего уравнения и соответственно всей системы, и цикл решения

дифференциального уравнения изображаются пунктирной линией, направленной в противоположную сторону от основного направления последовательности вычислений. При этом рядом с изменяющимся на каждом шаге значением итерируемой переменной при последовательных вычислениях в скобках указывается независимая переменная дифференциального уравнения.

В соответствии с выбранным алгоритмом расчета во внутреннем цикле на каждом шаге решения системы дифференциальных уравнений $\overline{1}^{*}_{(n)}$ и $\overline{2}_{(n)}$ при заданном начальном приближении температуры $\widetilde{T}$ в насадочном контактном устройстве с помощью уравнений $\overline{4}_{(n)}$, $\overline{3}_{(n)}$, 5 определяются значения $\overline{P}^{0}*$, $\overline{y}^{*}$ и $T*$, то есть условия фазового равновесия жидкость–пар. В результате для насадочного контактного устройства получается профиль изменения равновесных температур по высоте слоя насадки $0 \le h \le H$. Во внешнем цикле решения системы дифференциальных уравнений $\overline{1}^{*}_{(n)}$ и $\overline{2}_{(n)}$ определяется профиль изменения состава жидкой и паровой фаз соответственно по высоте слоя насадки $\overline{y}(h)$ и $\overline{x}(h)$, где $0 \le h \le H$ (изменение составов жидкой и паровой фаз представлены в этом цикле пунктирными линиями и обозначаются соответственно $\overline{y}(h)$ и $\overline{x}(h)$). Следует отметить, что, хотя уравнения $\overline{2}_{(n)}$ и не являются дифференциальными, они равносильны им, и с их использованием более просто получается профиль изменения состава жидкой фазы по высоте насадочного контактного устройства $\overline{x}(h)$, где $0 \le h \le H$.

Таким образом, при решении системы уравнений математического описания стационарного режима непрерывной ректификации в насадочном контактном устройстве получается профиль изменения составов паровой и жидкой фаз, а также температур по высоте насадки.

Список литературы

1. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учеб. пособие для вузов / Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 416 с.

УДК 656.087

Юзик В.М., Капустин В.П., Князев С.И., Чернокоз А.Д.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СРЕДСТВ ЭВАКУАЦИИ ДЛЯ БУКСИРОВКИ НЕИСПРАВНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Военный учебно-научный центр «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В статье проведен анализ применения специального оборудования средств эвакуации для подготовки и осуществления буксировки неисправной автомобильной техники по различным видам дорог.

Ключевые слова: средства эвакуации, транспортное устройство, буксировка, автомобильная техника

Abstract. In the article the analysis of application of special means of evacuation for the preparation and implementation of the towing faulty car equipment on various types of roads.

Keywords: evacuation, transport device, towing, automotive engineering

На фоне ежегодно возрастающего производства автомобильной техники (АТ), а также усложнения её конструкции остро встает вопрос своевременной эвакуации с дорог общего пользования неисправной и поврежденной техники, появляющейся в результате дорожно-транспортных происшествий и технических неисправностей [1], которые требуется устранять в специализированных центах и сервисах.

В зависимости от технического состояния ходовой части (исправна, частично повреждена, сильно разрушена) объекты эвакуации могут транспортироваться буксированием, в полупогруженном или в погруженном положении.

Для решения данной проблемы существуют средства эвакуации двух видов транспортного оборудования при буксировке способом полупогрузки (СЭ), представленных на рисунках 1 и 2.



Рисунок 1 – Общий вид транспортного оборудования при буксировке способом полупогрузки за бампер (мост)

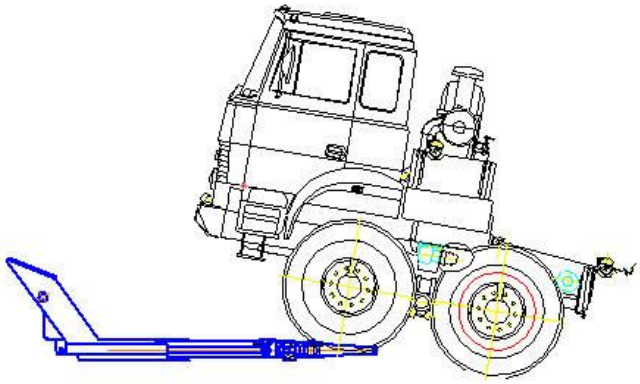


Рисунок 2 – Общий вид транспортного оборудования при буксировке способом полупогрузки с использованием транспортировочных корзин

Первый тип транспортного устройства СЭ, представленного на рисунке 3, обеспечивает транспортирование поврежденных машин со стальными бамперами, обеспечивающими прочность при контактировании со стальной траверсой полупогрузкой и преимущественно по дорогам без покрытия и местности. Крепление автомобиля производится грузовыми стальными цепями (или иными тягами), охватывающими кронштейны рессор или иные узлы подвески и фиксирующиеся в зацепах траверсы. Транспортное устройство представляет собой стрелу, поворачивающуюся в вертикальной плоскости, с траверсой на ней. Стрела закреплена шарнирно в задней части транспортного средства с возможностью поворота в вертикальной плоскости. Недостатком данного транспортного средства является невозможность буксирования неисправных или поврежденных автомобилей, не имеющих стального бампера.

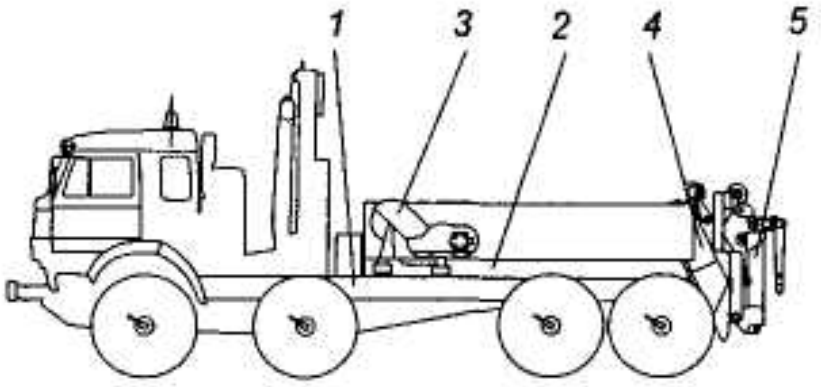
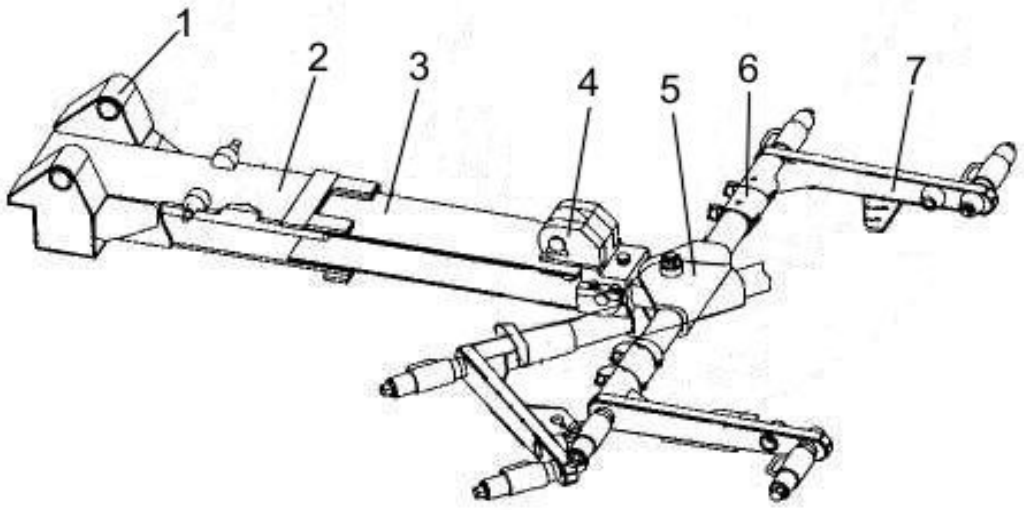


Рисунок 3 – Общий вид средства эвакуации

Во втором типе СЭ крепление автомобиля на транспортном устройстве производится путем закрепления колес в корзинах траверсы транспортного устройства или цепями (или иными тягами) за элементы подвески. Транспортное устройство закреплено шарнирно в задней части автомобиля и имеет возможность поворачиваться в вертикальной плоскости. Недостатком этого устройства является узкая направленность применения рассмотренного типа транспортного устройства, оборудованного корзинами, которые не способны эффективно эвакуировать неисправные транспортные средства без колес одного из мостов. Кроме этого, с данным типом транспортного устройства затруднительна буксировка аварийных автомобилей по местности, имеющей сложный рельеф, в связи с незначительным подъемом колес от дорожного покрытия.

Для всестороннего осуществления эвакуации неисправных автомобилей с различными видами повреждений предлагается использовать устройство [2], способное осуществлять буксировку способом полупогрузки, как с применением транспортировочных корзин, так и транспортного устройство с захватами за мост или ось автомобиля.

Предлагаемое СЭ содержит, как представлено на рисунке 3, раму 1, надрамник 2, закрепленную на нем лебедку 3 и транспортное устройство 5, которое в свою очередь включает узлы и детали, представленные на рисунке 4, из представленных двух типов эвакуаторов.

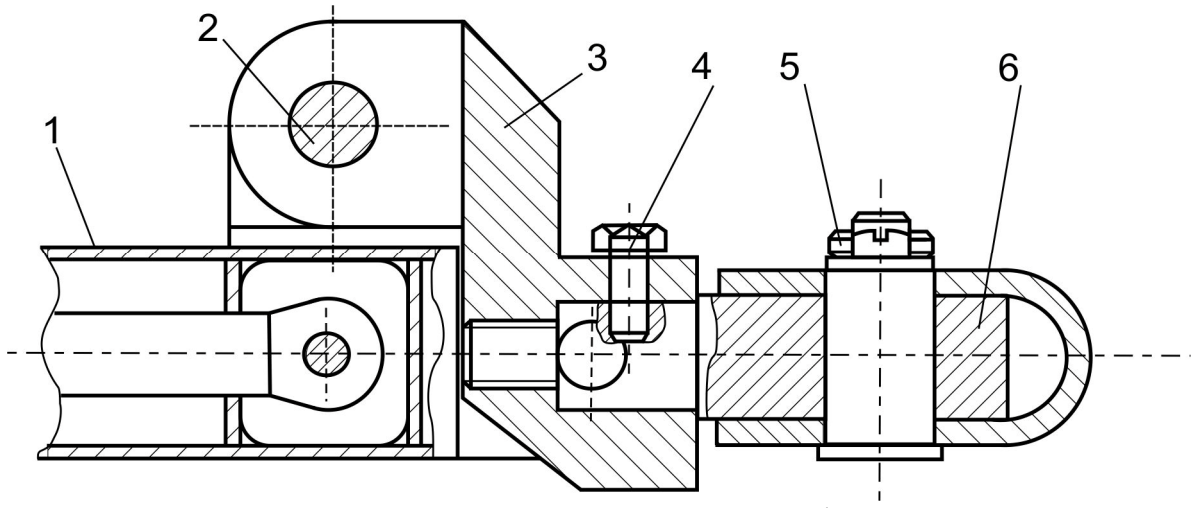


1 – ось вращения транспортного оборудования относительно СЭ (рамы и надрамника) в вертикальной плоскости; 2 – корпус телескопической балки; 3 – выдвижная секция телескопической балки; 4 – переходник; 5 – ось вращения транспортного оборудования в горизонтальной плоскости относительно телескопической балки (автомобиля); 6 – траверса; 7 – транспортировочные корзины

Рисунок 4 – Общий вид модернизированного транспортного устройства

Подъём и опускание транспортного устройства осуществляется посредством лебедки, расположенной на раме СЭ и происходит относительно оси 1.

Подвижность и возможность изменения положения траверсы с корзинами относительно неисправного автомобиля может быть выполнена путем использования переходника 4, схематично представленного отдельно на рисунке 5.



1 – выдвижная секция телескопической балки; 2 – фиксирующий палец; 3 – переходник; 4 – стопорный винт фиксации положения траверсы; 5 – гайка с шайбой крепления траверсы; 6 – наконечник переходника с резьбовым хвостовиком и площадкой с отверстием на другом конце;

Рисунок 5 – Переходник транспортного устройства

Переходник, выполнен Г-образной формы, с двумя проушинами на одном конце и на другом конце с резьбовым отверстием для установки хвостовика для траверсы 6.

Переходник закрепляется в двух проушинах выдвижной секции 1 своими консольными осями. При горизонтальном расположении телескопической балки (перевозка полупогрузкой за колеса в корзинах) переходник фиксируется с помощью пальца в переходника в третьей проушине на выдвижной секции балки. С другой стороны переходника в резьбовое отверстие ввернут наконечник 6 с резьбовым хвостовиком и площадкой с отверстием на другом конце, посредством которой, с помощью оси и гайки с шайбой 5, крепится траверса. Для фиксации траверсы в горизонтальном положении в переходник ввернут стопорный винт 4, пята которого входит в глухое отверстие на цилиндрической части хвостовика наконечника 6.

При вертикальном расположении транспортного устройства переходник опирается своей тыльной площадкой на торец выдвижной секции телескопической балки.

Транспортировочные корзины установлены шарнирно, и в зависимости от способа буксировки могут переводиться в горизонтальное и вертикальное положения с дальнейшим их фиксированием относительно траверсы, при помощи пальца. Для обеспечения универсальной установки, под колеса различных по размеру автомобилей, корзины с внешней стороны выполнены не замкнутыми.

Таким образом, применение переходника и изменяющих свое положение транспортировочных корзин позволяет осуществлять возможность буксировки неисправных автомобилей в зависимости от сложившейся ситуации либо с поднятием колес, закрепленных в корзинах транспортного устройства, либо транспортирование на траверсе с подъемом аварийной техники и захватом ее цепями за мосты, кронштейны рессор или другие узлы.

Решение рассмотренной проблемы достигается за счет изменения конструкции телескопической балки, путем изготовления соединения выдвижной секции и траверсы подвижными, с возможностью перемещения траверсы и её фиксации в вертикальной и горизонтальном положении. В качестве основного элемента для изменения положения траверсы использован переходник. Транспортировочные корзины выполнены шарнирно на траверсе, с возможностью их фиксации, в зависимости от способа буксировки, в горизонтальном и вертикальном положении.

В целом применение предлагаемого устройства позволит:

- повысить технологичность и расширить возможности буксировки неисправных и аварийных автомобилей способом полупогрузки за их переднюю или заднюю часть, имеющих повреждения различного характера, вплоть до отсутствия колес и мостов.

– обеспечить безопасную работу в ходе подготовительных мероприятий по организации и проведении буксировки поврежденных автомобилей.

Список литературы

1. Снижение динамических нагрузок в трансмиссиях колесных тракторов / Харитончик Е.М., Павленко С.Т., Кочетков Н.В., Поливаев О.И. // Механизация и электрификация сельского хозяйства № 3. 1976. с. 53-54.

2. Осадчий А.Ф., Капустин В.П., Юзик В.М. Панов В.Ю. Транспортное средство для буксировки поврежденных автомобилей. Патент № 2582561. 2016.

УДК 621.59

Козлов А.В., Воробьев А.А., Радченко А.А.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. Статья посвящена разработке математической модели насадочной ректификационной колоны воздухоразделительной установки малой производительности, работающей по циклу высокого давления.

Ключевые слова: ректификационная колонна, азот, кислород, воздухоразделительная установка.

Abstract. The article is devoted to the development of a mathematical model of a packed distillation column air separation plant with low productivity, which operates on the high-pressure cycle

Keywords: distillation column, nitrogen, oxygen, air separation unit

Для получения как жидких так и газообразных азота и кислорода с высоким коэффициентом извлечения, соответствующих ГОСТ 9293–74 и ГОСТ 5583–78 на газодобывающих станциях малой производительности

используется метод низкотемпературной ректификации воздуха с холодильным циклом высокого давления (цикл Гейландта).

Автоматизация технологических процессов протекающих в аппаратах и узлах воздухоразделительных установок (ВРУ) позволяет значительно повысить безопасность работы установки, ее надежность, уменьшить затраты на производство продуктов разделения воздуха.

В промышленности задачи автоматизации ВРУ большой и средней производительности успешно решаются внедрением автоматизированных систем управления процессами сжатия воздуха, его очистки, осушки, охлаждения и ректификации, то есть всей цепочкой процессов с момента поступления атмосферного воздуха в установку до момента получения продуктов его разделения [1, 6].

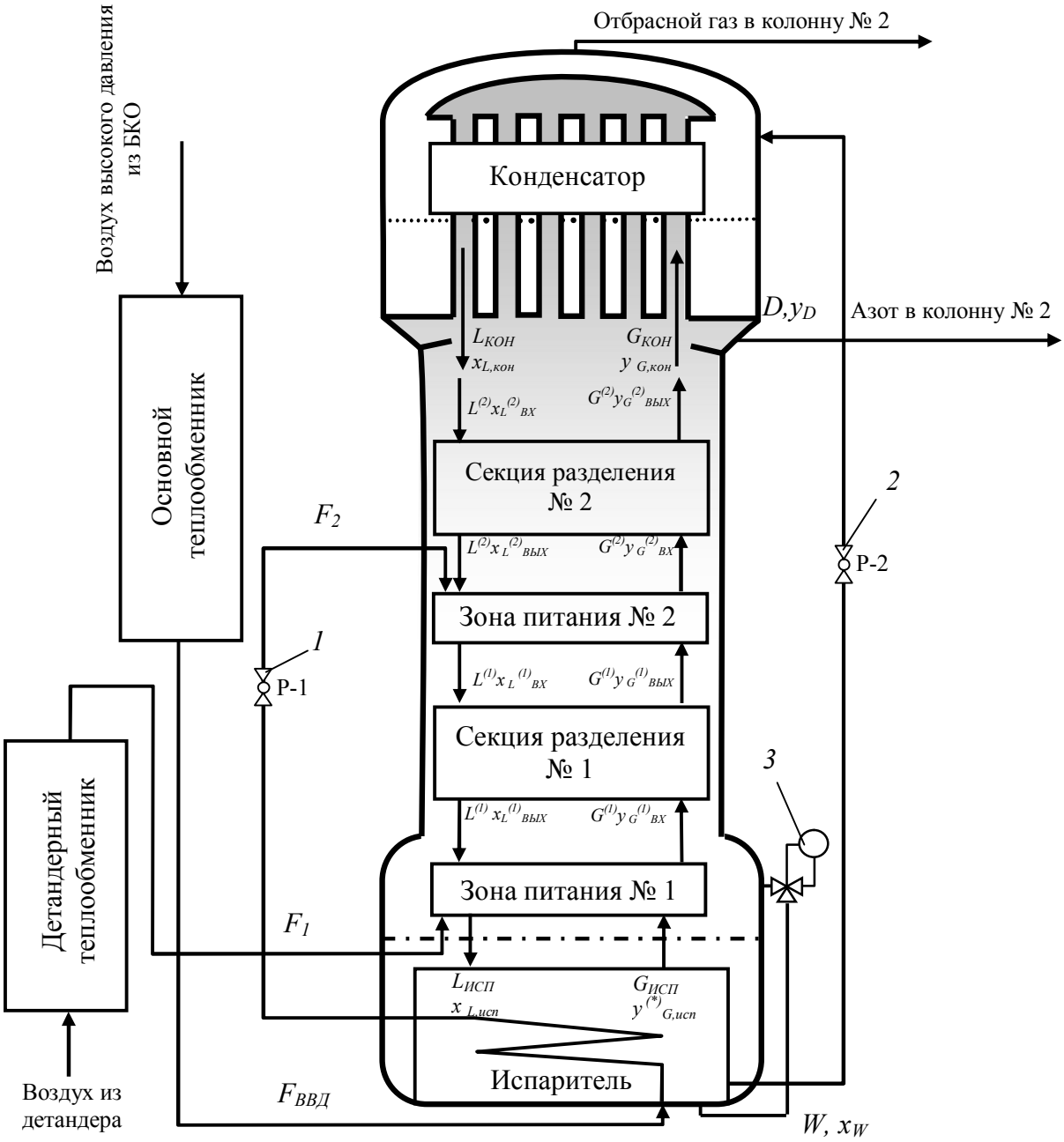
Вместе с тем, автоматизация ВРУ малой производительности, работающих по циклу высокого давления проходит только на уровне модернизации контрольно-измерительной аппаратуры технологического отделения и частичной автоматизации компрессорных агрегатов. Настройка же необходимых рабочих параметров, их регулировка, контроль протекания технологических процессов возлагается на оператора.

Основной причиной отсутствия на российском рынке современных автоматизированных ВРУ малой производительности, работающих по циклу высокого давления является высокие капитальные затраты, необходимые для создания и внедрение современных систем автоматизации.

Наиболее сложным объектом ВРУ, с точки зрения автоматизации, является блок разделения воздуха (БРВ). Автоматическому регулированию в БРВ подвергаются процессы теплообмена, кипения, низкотемпературной ректификации и конденсации [7].

Технологические процессы, протекающие в ректификационной колонне высокого давления взаимосвязаны друг с другом. Изменение какого-либо термодинамического параметра в процессе работы колонны неминуемо приводит с течением времени к возникновению возмущающих воздействий на все остальные процессы. Например, увеличение количества воздуха высокого давления (ВВД), поступающего в колонну через дроссельный вентиль Р-1 (рис. 1), приводит к возрастанию давления в самой колонне, изменению флегмового отношения в концентрационной секции разделения, изменению концентрации потока жидкости после зоны питания № 2, увеличению воздуха поступающего в куб колонны, увеличению количества паров, образующихся в испарителе в результате кипения кубовой жидкости, за счет увеличения количества ВВД, проходящего через змеевик испарителя, изменению концентрации паров в

зоне питания № 2. Все это в конечном итоге приводит к нарушению нормального режима работы ректификационной колонны, для которого характерно постоянство скоростей и составов потоков жидкости и пара в секциях разделения [3].



1, 2 – дроссельный вентиль, 3 – указатель уровня криогенной жидкости.

Рисунок 1 - Схема модернизированной колонны высокого давления и организации потоков воздухоразделительной установки малой производительности

В свою очередь, отношение расходов потоков пара и жидкости в отгонной и концентрационной секциях разделения определяет наиболее эффективное протекание процесса ректификации, при котором

достигается наилучший контакт фаз. Для колонн тарельчатого типа значение расхода пара должно быть несколько меньше значения, соответствующего явлению «захлебывания», а для колонн насадочного типа отношение потоков должно соответствует моменту начала «захлебывания» колонны [2].

Сложность изучения таких взаимосвязанных систем и приводит к необходимости применения для их анализа математических моделей.

В ходе исследования ставилась задача разработки математической модели ректификационной колоны насадочного типа при стационарном режиме ее работы, описывающей всю совокупность, происходящих в ней процессов, взаимно влияющих друг на друга.

В качестве объекта математического моделирования выбрана ректификационная колонна высокого давления, установленная в экспериментальном блоке разделения ВРУ малой производительности.

В колонне насадочного типа со структурной пакетной гофрированной насадкой в отличие от тарельчатой колонны, характерен непрерывный тепломассобменный процесс между жидкостью и паром на контактном устройстве.

Исследования возможности применения в отгонной и концентрационной секциях колонны структурной пакетной гофрированной насадки, вместо ректификационных тарелок проведены в работе [5].

Колонна насадочного типа состоит из испарителя, конденсатора, отгонной и концентрационной секций разделения, разделенных зоной питания. В дальнейшем, для составления уравнений обозначим отгонную секцию – секцией разделения № 1, а концентрационную – секцией разделения № 2. (см. рис. 1). Колонна имеет два потока питания воздуха F_1, F_2 и два потока отбора – продукта D, и кубовой жидкости W.

Создается математическая модель стационарного режима протекания процессов в колонне. При этом примем допущение о том, что воздух является бинарной смесью состоящий из 79 % N_2, и 21 % O_2. Питание F_1 подается в колонну в виде жидкости при температуре кипения, поток питания F_2 подается в колонну в виде пара при температуре конденсации. Величины потоков питания F_1, F_2 и отбора продукта D – заданы. Принимаем также допущение о том, что массопередача в секциях разделения эквимолярна, а давление в колонне является постоянной величиной.

С учетом стационарности протекания процессов в колонне и в соответствии со схемой организации потоков, уравнение общего материального баланса для всей колонны будет иметь вид:

$$W + F_1 + F_2 - D = 0 \quad (1)$$

Математическое описание процессов в насадочных секциях колонны

При описании движения потоков паровой и жидкой фаз примем допущение о том, что продольное перемешивание отсутствует, перемешивание потоков в элементарном объеме будем считать идеальным, коэффициенты теплопередачи потоков постоянны, холодопотери в окружающую среду отсутствуют.

Выделим в аппарате элемент Δh (считая ось OX направленную снизу вверх) (см. рис. 2).

Уравнение материального баланса для выделенного элемента секции насадочной колонны, запишется:

$$m_1 - m_2 = 0 \quad (2)$$

где: m_1 – количество вещества, поступающего в элемент Δh; m_2 – количество вещества, выходящего из элемента Δh [8].

Получим уравнения для профиля концентрации низкокипящего компонента в жидкой фазе:

Количество низкокипящего компонента, поступающего с жидкостью в элемент Δh:

$$m_1 = L^{(i)} x_{L^{(i)}}(h^{(i)} + \Delta h^{(i)}) \quad (3)$$

где: $L^{(i)}$– мольный расход пара в i-й секции колонны, $x_L{}^{(i)}(h^{(i)}+\Delta h^{(i)})$ – концентрация низкокипящего компонента в жидкости на входе в элемент Δh i-й секции колонны.

Количество низкокипящего компонента, выходящего из элемента:

$$m_2 = L^{(i)} x_{L^{(i)}}(h^{(i)}) + m_{NK} \quad (4)$$

где: $x_L{}^{(i)}(h^{(i)})$ – концентрация низкокипящего компонента в жидкости на выходе из элемента i-й секции колонны, m_{NK} -количество низкокипящего компонента перешедшего из жидкости в пар:

$$m_{NK} = S\Delta h\sigma K_L(x_{L^{(i)}}(h^{(i)}) - x^{(*)}) \quad (5)$$

где: S – площадь поперечного сечения колонны, σ- удельная площадь поверхности массопередачи, K_L – коэффициент массопередачи для жидкой фазы, $x^{(*)}$- концентрация жидкости равновесной с паром на выходе из элементарного объема [1] .

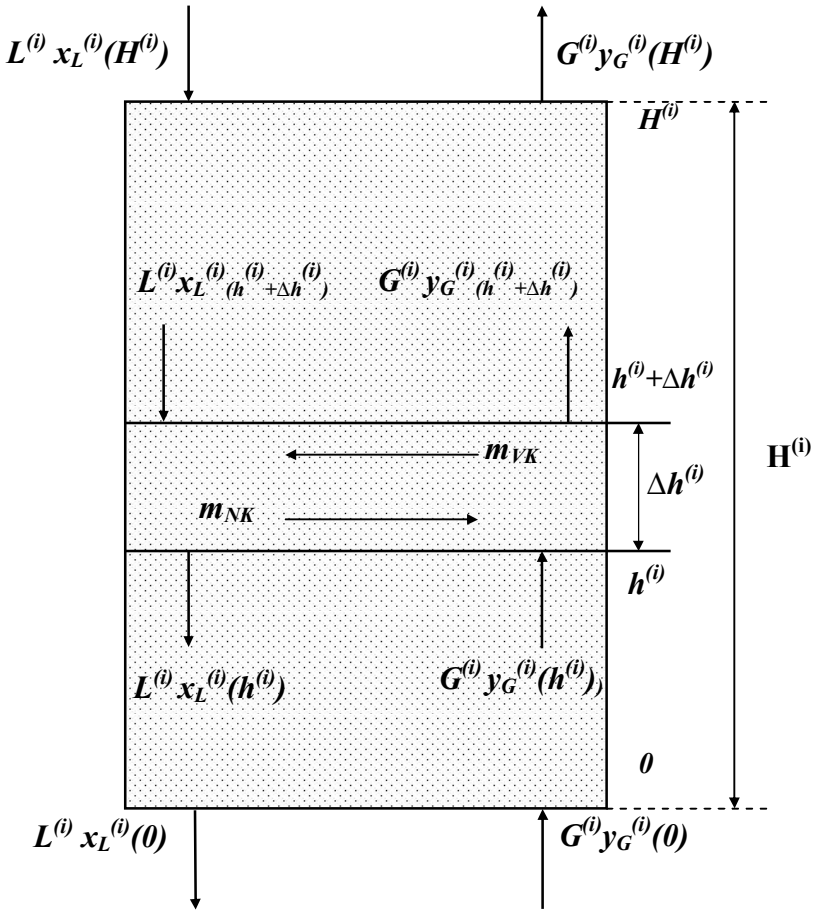


Рисунок - 2 Схематическое изображение процесса непрерывной ректификации в насадочном контактном устройстве

Подставим уравнения (3)-(5) в (2) и перейдем к пределу при $\Delta h \to 0$, получим:

$$L^{(i)} \frac{dx_{L^{(i)}}}{dh^{(i)}} = S\sigma K_L (x_{L^{(i)}}(h^{(i)}) - x^{(*)}) \qquad (6)$$

Аналогично для низкокипящего компонента, содержащегося в газовой фазе, получим:

$$G^{(i)} \frac{dy_{G^{(i)}}}{dh^{(i)}} = S\sigma K_G (y^{(*)} - y_{G^{(i)}}(h^{(i)})) \qquad (7)$$

где: $G^{(i)}$- мольный расход пара в i-секции, $y_{G^{(i)}}(h^{(i)})$- концентрация низкокипящего компонента в газе на высоте $h^{(i)}$ слоя насадки i-й секции разделения; K_G – коэффициент массопередачи для газовой фазы, $y^{(*)}$ - концентрация низкокипящего компонента в паре равновесном с жидкостью на выходе из элементарного объема.

Математическое описание условий сопряжения между элементами колонны

В соответствии со схемой колонны, представленной на рисунке 1, условия сопряжения должны быть записаны между испарителем и секцией разделения № 1 в зоне питания № 1, секциями разделения в зоне питания № 2, секцией разделения № 2 и конденсатором.

Уравнения сопряжения между испарителем и секцией разделения № 1 в зоне питания № 1 имеют вид:

$$L_{исп} = L^{(1)} \tag{8}$$

$$x_{L_{исп}} = x_{L^{(1)}}(h^{(1)})\Big|_{h^{(1)}=0} \tag{9}$$

$$G_{исп} + F_1 = G^{(1)} \tag{10}$$

$$y^{(*)}_{G_{исп}} G_{исп} + 0{,}79F_1 = y_{G^{(1)}}(h)\Big|_{h=0} G^{(1)} \tag{11}$$

Уравнения сопряжения между секциями разделения в зоне питания № 2:

$$L^{(2)}(h^{(2)})\Big|_{h^{(2)}=0} + F_2 = L^{(1)} \tag{12}$$

$$x_{L^{(2)}}(h^{(2)})\Big|_{h^{(2)}=0} L^{(2)}(h)\Big|_{h=0} + 0{,}79F_2 = x_{L^{(1)}}(h^{(1)})\Big|_{h^{(1)}=H^{(1)}} L^{(1)} \tag{13}$$

$$G^{(2)}(h^{(2)})\Big|_{h^{(2)}=0} = G^{(1)} \tag{14}$$

$$y_{G^{(2)}}(h^{(2)})\Big|_{h^{(2)}=0} = y_{G^{(1)}}(h^{(1)})\Big|_{h^{(1)}=H^{(1)}} \tag{15}$$

Итак, мы получили систему уравнений (1) - (15) представляющую собой математической моделью совокупности процессов, протекающих в насадочной ректификационной колонне. В полученной системе уравнения (6), (7) являются обыкновенными дифференциальными уравнениями. Для получения частных решений уравнений (6) и (7) начальные условия сформированы и вытекают из условий сопряжения между элементами насадочной колонны. Так для уравнения (6) начальные условия задаются уравнениями (9) и (11), а для уравнения (7) начальные условия вытекают из уравнения (13) и (15).

При решении системы уравнений математического описания удобно представить производные в дифференциальных уравнениях в виде конечных разностей между начальной и конечной точкой их решения [4,9].

Выводы: В результате проведенного исследование была разработана математическая модель, описывающая совокупность стационарных процессов, протекающих в насадочной ректификационной колонне высокого давления. Полученная математическая модель дает возможность более качественно изучить процессы, протекающие в колонне, определить оптимальный режим ее работы. Она позволяет выявить особенности поведения объекта регулирования, которым выступает ректификационная

колонна, в случае изменения расходов потоков питания, уровня кубовой жидкости в испарителе, флегмовых отношений.

Список литературы

1. Бумагин Г.И., Бурьян Ю.А., Рогальский Е.И. Способы модернизации действующих воздухоразделительных установок среднего давления типа К-0,4 и АК-1,5 / Химическое и нефтегазовое машиностроение. - 2009. № 5. с. 18 – 22.
2. Воробьев А.А., Козлов А.В., Посанчуков Д.П. Аналитическая модель насадочной ректификационной колонны воздухоразделительной установки малой производительности, работающей по циклу высокого давления / Химическое и нефтегазовое машиностроение.- 2013. №8. с. 3-8.
3. Воробьев А.А., Козлов А.В., Применение комбинированной системы автоматического регулирования для управления работой испарителя ректификационной колонны /Инновационные технологии в производстве, науке и образовании.- Махачкала: Изд-во «ООО «Риасофт»», 2012. с. 88 - 96.
4. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учеб. пособие для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. с. 344 – 353.
5. Игнатьев В.Г., Козлов А.В. Повышение эффективности функционирования газодобывающей станции малой производительности на базе применения модернизированной ректификационной колонны: Монография. – Саратов: ООО «Изд-во «Научная книга», 2009. 97 с.
6. Лапшин А.А. Системы автоматизации воздухоразделительных установок и кислородных станций производства ОАО «Криогенмаш» / Технические газы. – 2009. – № 6. – с.17-25.
7. Михайлов Е.И., Денищук Б.В. Основы автоматизации и механизации кислородного производства. – М. Химия, 1968. - с.7-9.
8. Протодьяконов И.О. Муратов О.В., Евлампиев И.И. Динамика процессов химической технологии: Учебное пособие для вузов. – Л.: Химия, 1984. – с. 12-17.
9. Архаров И.А., Навасардян Е.С. Моделирование процессов тепломассообмена на регулярных насадках колонн дистилляционных установок / Химическое и нефтегазовое машиностроение.- 2006. №9. с. 22-25.

УДК 621.314.225

Лыхин Н.Е., Фомин С.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СИЛОВОГО ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ПОНИЖАЮЩЕГО ТРАНСФОРМАТОРА С ВНУТРЕННИМ ОХЛАЖДЕНИЕМ ВТОРИЧНОЙ ПОЛОЙ ОБМОТКИ

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Анотация. В статье предложена математическая модель теплового режима работы силового высокочастотного трансформатора с внутренним охлаждением во вторичной полой обмотке для статических преобразовательных электроагрегатов.

Ключевые слова: силовой высокочастотный трансформатор, вторичная полая обмотка, магнитопровод тороидальной формы, теплоноситель.

Abstract. The article proposes to mathematical model of a thermal mode of behavior of the power high-frequency transformer with internal cooling in a secondary hollow coil for static converting electrical units is offered.

Keywords: power high-frequency transformer, secondary hollow coil, magnetic conductor of a toroidal form, heat carrier.

В настоящее время для охлаждения силовых элементов статических преобразовательных электроагрегатов широко используются различные системы охлаждения. Однако при длительной работе на максимальную токовую нагрузку, используемые системы охлаждения не в полной мере обеспечивают надёжный теплоотвод, что способствует выходу из строя силовых элементов в статических преобразователях. Для устранения этого в статье представлена модель теплового режима работы силового высокочастотного трансформатора с внутренним охлаждением во вторичной полой обмотке.

В основу расчета теплового режима силового высокочастотного трансформатора положено классическое уравнение теплопроводности, записанное в цилиндрических координатах [1]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} - \frac{\lambda}{c\rho}\left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial T}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 T}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right) = \frac{1}{c\rho}\,p(r,z,\varphi,t), \qquad (1)$$

где T – температура, К; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/м·К; c – удельная теплоемкость, Дж/кг·К; ρ – плотность материала, кг/м^3; t – текущее время, с; r, z, φ – цилиндрические координаты.

В правой части дифференциального уравнения (1) стоит плотность

мощности p(r,z,φ,t) источника энергии, являющегося причиной нагрева трансформатора. Здесь под плотностью мощности понимается мощность, отнесенная к объему трансформатора. В общем случае плотность мощности p(r,z,φ,t) является функцией координат и времени. Зависимость p от координат указывает на то, что в каждой точке объема находится источник тепла и что по объему энергия распределена неравномерно. Однако следует принять допущение, что потери в обмотках и сердечнике трансформатора распределены равномерно, и в каждой точке объема трансформатора выделяется одинаковая энергия по следующим причинам: обмотки распределены равномерно по всей площади магнитопровода; магнитопровод является однородным для теплового потока во всех направлениях[2].

Решением дифференциального уравнения (1) является функция, определяющая потери в меди и стали от параметров, учитывающих геометрические размеры трансформатора и условия его охлаждения [1]:

$$P_c + (1 + \chi(T_п - T_о))P_м = \alpha S(T_п - T_о), \quad (2)$$

где $P_с$ – мощность потерь в стали магнитопровода, Вт; $P_м$ – мощность потерь в меди проводов обмоток, Вт; χ – температурный коэффициент сопротивления, 1/К (для меди в диапазоне температур 0…100 °С составляет 0,0043 1/К); α – коэффициент теплообмена трансформатора с окружающей средой, Вт/м^2·К; S – площадь поверхности трансформатора, м^2; $T_п$ – температура перегрева трансформатора в установившемся режиме работы, К; $T_о$ – температура окружающей среды, К.

В левой части выражения находится суммарная мощность потерь, которая является источником тепла, приводящая к нагреву трансформатора. Правая часть определяет условие охлаждения трансформатора. Таким образом, выражение (2) определяет тепловой баланс в трансформаторе при установившемся режиме работы, т.е. по сути, является уравнением теплового баланса.

Для учета дополнительного теплоотведения во вторичной полой обмотке трансформатора в правую часть выражения (2) дополнительно введены параметры: $c_{пмс}$ – удельная теплоемкость, Дж/кг·К и $Q_м$ – массовый расход теплоносителя, кг/с.

Из выражения (2) выразим температуру перегрева трансформатора:

$$T_п = \frac{P_c + P_м}{\alpha S - \chi P_м + c_{пмс} Q_м} + T_о. \quad (3)$$

Мощности потерь в медных обмотках $P_м$ определяются, как произведение полного сопротивления обмоток с учетом эффекта

вытеснения тока на высокой частоте и амплитуды тока с учетом температурного режима работы трансформатора $P_м$ f(T,r,I^2,f) [2]:

$$P_{м1} = \frac{\gamma_м l_1}{s_{n1}} k_f I_1^2 (1 + \chi(T - T_o)); \;\; P_{м2} = \frac{\gamma_м l_2}{s_{n2}} k_f I_2^2 (1 + \chi(T - T_o)), \tag{4}$$

где $\gamma_м$ – удельное электрическое сопротивление меди (0,0175 Ом·мм^2/м); $s_{п1}$, $s_{п1}$ – площадь поперечного сечения провода, мм^2; l – длина обмотки трансформатора, м; I_1, I_2 – номинальные токи первичной и вторичной обмоток трансформатора, А; χ – температурный коэффициент сопротивления, 1/К (для меди в диапазоне температур 0…100 °С составляет 0,0043 1/К); Т – температура обмоток трансформатора, К; k_f – коэффициент поправки, учитывающий влияние высокой частоты [3]:

$$k_f = \frac{\sqrt{2\pi f \mu_0 \mu \sigma}}{4} d_м, \tag{5}$$

где μ_0 – магнитная постоянная (вакуума) $4\pi \cdot 10^{-7}$, Гн/м; μ – относительная магнитная проницаемость меди, близка единице; σ – удельная проводимость (для меди $5{,}75 \cdot 10^7$ 1/Ом·м).

Длина первичной обмотки определяется по периметру поперечного сечения магнитопровода тороидальной формы с принятыми сторонами а и h=2a, а длина вторичной обмотки с учетом диаметра первичной обмотки:

$$l_1 = 2(a+h)n_1 = 2(a+2a)n_1 = 6an_1;$$
$$l_2 = 2(a+2d_{м1}) + 2(h+2d_{м1})n_2 = 2(3a+4d_{м1})n_2. \tag{6}$$

Удельные потери в магнитопроводе для материала сердечника, выполненного из сплава на основе кобальта (марка сплава ГМ 503А) определяются по аналитической зависимости [4]:

$$P_c = 9 \cdot 10^{-5} f^{1,4} B_m^{1,5}, \tag{7}$$

где P_c – удельные потери в магнитопроводе, Вт/кг; B_m – максимальное значение магнитной индукции при частоте $3 < f < 200$ кГц, Тл.

Произведение площади поперечного сечения магнитопровода S_c, линейного размера $l_{ср}$ на плотность материала и коэффициент заполнения сердечника трансформатора сталью ($k_c = 0{,}75$), имеет вид:

$$m_c = S_c l_{ср} \rho_c k_c, \tag{8}$$

где $l_{ср}$ – серединная линия для тороидального сердечника, м; ρ_c – плотность сердечника по выбранному сплаву ГМ 503 А составляет $7{,}7 \cdot 10^3$ кг/м^3.

Выражение серединной линии для тороидального сердечника имеет вид:

$$l_{ср} = 2\pi R_{ср} = 2\pi\left(\sqrt{\frac{S_o}{\pi}} + \frac{a}{2}\right), \quad (9)$$

где $R_{ср}$ – радиус сердечника трансформатора, см; S_o – площадь окна сердечника, см^2; а – ширина поперечного сечения магнитопровода, см.

Площадь поверхности трансформатора тороидальной формы определяется следующим выражением:

$$S = 2\pi\left(R_2^2 - R_1^2\right) + 2\pi h\left(R_1 + R_2\right), \quad (10)$$

где R_2 – внешний радиус магнитопровода с учетом числа слоев первичной и вторичной обмоток трансформатора и изоляции, см; R_1 – радиус окна магнитопровода с учетом числа слоев первичной и вторичной обмоток трансформатора и изоляции, см; h – высота магнитопровода с учетом числа слоев первичной и вторичной обмоток трансформатора и изоляции, см.

После подстановки в уравнение (3) площади поверхности трансформатора, мощности потерь в магнитопроводе и обмотках трансформатора была получена математическая модель теплового режима работы силового высокочастотного трансформатора для определения температуры перегрева в установившемся режиме:

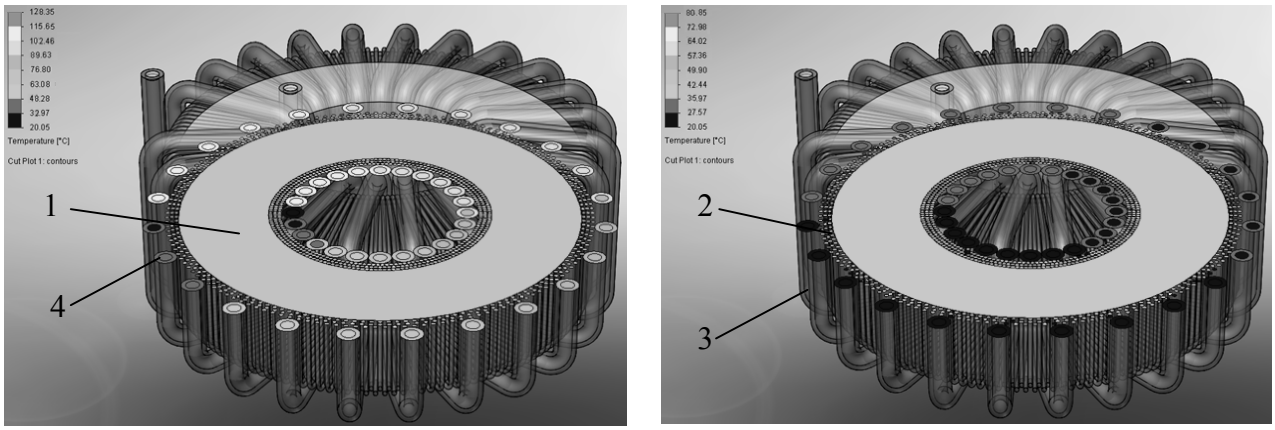
$$T_n = \frac{9\cdot 10^{-5} f^{1,4} B_m^{1,5} S_c l_{ср} \rho_c k_c + \frac{\gamma_м l_1}{s_{n1}} I_1^2 k_f + \frac{\gamma_м l_2}{s_{n2}} I_2^2 k_f}{\alpha\left[2\pi\left(R_2^2 - R_1^2\right) + 2\pi h\left(R_1 + R_2\right)\right] - \chi\left(\frac{\gamma_м l_1}{s_{n1}} I_1^2 k_f + \frac{\gamma_м l_2}{s_{n2}} I_2^2 k_f\right) + c_{пмс} Q_м} + T_0. \quad (11)$$

Граничным условием является значение частоты переменного тока, определяемое без учета потерь в магнитопроводе:

$$f \le \frac{P_г^2\left(1-\eta\right)^2}{\left[\left(\frac{\gamma_м l_1}{s_{n1}} I_1^2 d_{м1} + \frac{\gamma_м l_2}{s_{n2}} I_2^2 d_{м2}\right)\left(1 + \chi(T - T_o)\right)\right]^2} \frac{16}{2\pi\mu_o\mu\sigma}, \quad (12)$$

где $P_г$ – габаритная мощность трансформатора, кВт; η – КПД трансформатора.

Для подтверждения полученных по математической модели (11) результатов в среде автоматизированного проектирования SolidWorks была построена модель силового высокочастотного трансформатора. На рисунке 1 показано распределение температуры перегрева трансформатора в зависимости от массового расхода теплоносителя во вторичной полой обмотке, которое получено при математическом моделировании методом конечных элементов.



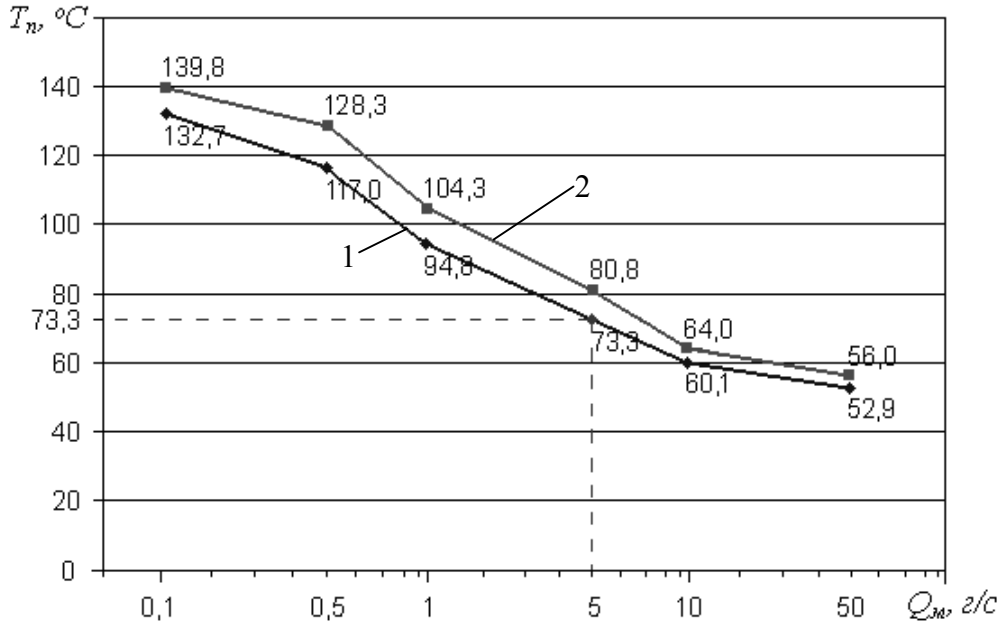
а) при массовом расходе теплоносителя 0,5 г/с

б) при массовом расходе теплоносителя 5,0 г/с

1 – сердечник; 2 – первичная обмотка; 3 – вторичная обмотка; 4 – теплоноситель

Рисунок 1 – Распределение температуры перегрева трансформатора от массового расхода теплоносителя во вторичной полой обмотке

Сравнение результатов математического моделирования температуры перегрева силового высокочастотного трансформатора методом конечных элементов с результатами, полученные по математической модели (11) отражены на рисунке 2.



1 – результаты, полученные по математической модели (11); 2 – результаты, полученные при математическом моделировании методом конечных элементов

Рисунок 2 – Зависимости температуры перегрева трансформатора от массового расхода теплоносителя во вторичной полой обмотке

Анализ зависимостей показывает, что при малом расходе теплоносителя 0,1…1 г/с снижение температуры трансформатора не

значительное – до 104,3 °С, а при температурах выше 105 °С происходит снижение изоляционных свойств изоляции обмоток, что недопустимо по условиям эксплуатации самого трансформатора. При массовом расходе теплоносителя 1…10 г/с температура трансформатора находится в приемлемых значениях от 104,3 до 64,0 °С с учетом температуры окружающего воздуха +20 °С. Дальнейшее повышение расхода теплоносителя свыше 10 г/с во вторичной обмотке трансформатора не приводит к существенному снижению температуры. Однако следует отметить, что к изделиям военного назначения предъявляются требования работы их при температурах окружающего воздуха ±50 °С. Поэтому при соответствующих расчетных параметрах (геометрических размерах магнитопровода, мощности потерь в трансформаторе, применяемого материала магнитопровода и температуре окружающего воздуха +50 °С) целесообразно принудительное охлаждение силового высокочастотного трансформатора с массовым расходом теплоносителя во вторичной обмотке не менее 5 г/с.

Максимальное расхождение результатов, полученных по математической модели (11) и результатов, полученных при математическом моделировании методом конечных элементов, составило 11,3 °С (относительная погрешность 8,8 %), что свидетельствует об адекватности разработанной математической модели реальным процессам.

Список литературы

1. Котенёв С.В. Расчет и оптимизация тороидальных трансформаторов / С.В. Котенёв, А.Н. Евсеев. – М.: Горячая линия: Телеком, 2011. – 287 с.

2. Поливаев О.И., Тарасенко А.П., Солнцев В.Н. и др. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства /учебное пособие для студентов высших учебных заведений по агрономическим специальностям/Москва, 2004. сер. Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений.

3. Бальян Р.Х. Оптимальное проектирование силовых высокочастотных ферромагнитных устройств / Р.Х. Бальян, В.П. Обрусник. – Томск.: изд. Том. ун-та, 1987. – 168 с.

4. Стародубцев Ю.Н. Магнитные свойства аморфных и нанокристаллических сплавов / Ю.Н. Стародубцев, В.Я. Белозеров. – Екатеринбург.: изд. Урал. ун-та, 2002. – 384 с.

УДК 628

Ляпич Е.Н., Кисляков Г.О., Варварин А.М.

ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА РАБОТУ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Военный учебно-научный центр «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В настоящее время трудно определить важные характеристики тормозной жидкости, потому что существует обратимые процессы, которые влияют на работоспособность тормозной системы. Один из таких внешних факторов, который оказывает влияние на состояние рабочей жидкости в процессе эксплуатации, являются акустические колебания в процессе работы агрегатов и механизмов шасси.

Ключевые слова. Рабочая жидкость, виброакустические источников, гидропривод тормозной системы, поток жидкости.

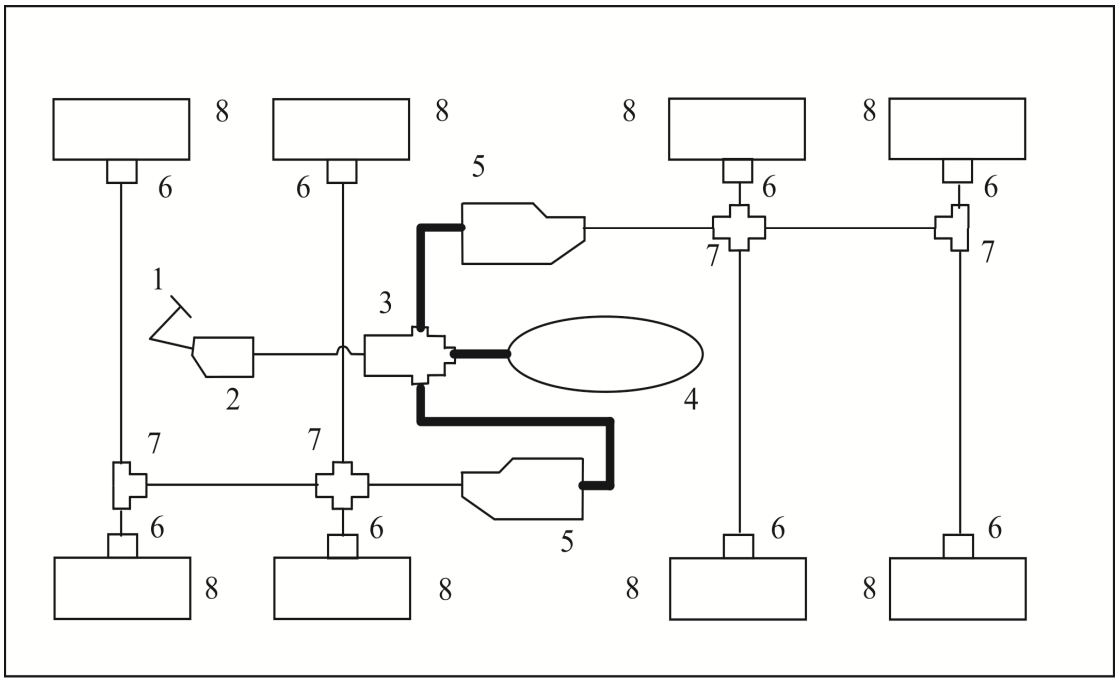
Abstract. Currently, it is difficult to determine the important characteristics of brake fluid, because there are reversible processes that affect the efficiency of the braking system. One of these external factors, which influence the state of the working liquid during operation, acoustic oscillations are in the process of work of units and mechanisms of the chassis.

Key words. The working fluid, vibro-acoustic sources, hydraulic brake system, the fluid flow.

Комплексная задача повышения надежности всеколесного управления специального колесного шасси (СКШ) сталкивается с проблемой интеграции систем контроля и выбора эффективной методики оценки технических параметров тормозной системы. До сих пор не определены важные характеристики тормозной системы, отвечающие за высоконадежное управление в изменяющихся условиях эксплуатации и особенно в экстремальных ситуациях. В идеале считается, что свойства рабочей тормозной системы не изменяются в процессе эксплуатации, происходит деградация узлов и механизмов, а так же рабочей жидкости, что требует эксплуатационной замены в установленные сроки. Однако непредвиденные отказы с последующим восстановлением параметров рабочей жидкости, говорит о том, что существует обратимые процессы, которые необходимо либо регистрировать, либо устранять применением других технологий. Параметры диагностирования гидропривода подразделяются на: параметры общей оценки технического состояния гидропривода, параметры оценки внутреннего состояния гидропривода и его отдельных элементов, параметры оценки состояния рабочей жидкости. На параметры общей оценки состояния гидропривода оказывает влияние сложность конструкции СКШ, а так же большое количество

виброакустических источников из-за наличия движущихся масс. Многоразовое преобразование крутящего момента приводит разбалансированной работе агрегатов и увеличению механических колебаний. Данные источники механических колебаний существенно влияют на работу гидравлических приводов СКШ. Наиболее подвержены, узлы, представленные на рисунке 1: подпедальный цилиндр 2, главный тормозной цилиндр 8, колесный цилиндр 4. Снижение вибрационных явлений способствует безотказной работе гидропривода тормозной системы и улучшению её работы при экспериментальных условиях движения СКШ.

Влияние внешних виброакустических источников сказывается на состоянии рабочей жидкости, особенно это проявляется при критических показателях давления в гидроприводе тормозной системы СКШ (при экстренном торможении).

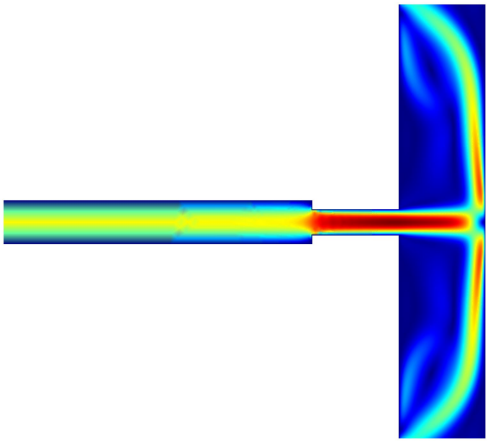


1 – педаль, 2 – подпедальный цилиндр, 3 – тормозной кран, 4 – ресивер штуцер колесного цилиндра, 5 – главные тормозные цилиндры, 6 – колесный цилиндр, 7 – тройник , 8 – колесо

Рисунок 1 – Тормозная система специального колесного шасси МЗКТ

Расчет скоростей движения тормозной жидкости в сечении исполнительного механизма показал неоднородность потока показанного на рисунке 2. В подводящей трубке 1 наблюдается ламинарный поток 2 со скоростью 5-8 м/с, а в штуцере 9-12 м/с. Полуторакратное увеличение скорости движения жидкости приводит к временной зависимости движения тормозного механизма от ее вязкости, что связано с областью

резкой остановки потока 5. Возникновение турбулентных потоков порождает область повышенного и пониженного 4 давления. Возникновение областей с низким давлением приводит к ведению парогазовой компоненты тормозной жидкости в объеме тормозного цилиндра 8. Многократное срабатывание тормоза приводит к выделению объема газа, приводящего к неправильной работе тормозного механизма. При этом механические колебания гидравлического привода в данном случае тормозного цилиндра приводит к распространению парогазовой компоненты в гидравлической жидкости тормозного контура и в дальнейшем к ее расслоению и фазовому переходу как показано на рисунке 2.



1 – стенка тормозной трубки, 2 – ламинарный поток тормозной жидкости, 3 – стенка штуцера, 4 – область резкого снижения давления, 5 – область резкой остановки потока, 6 – граница поршня, 7 – поток с максимальной скоростью, 8 – стенка колесного тормозного цилиндра

Рисунок 2 – Распределение скорости гидравлической жидкости в сечении тормозного цилиндра

Нарушение целостности потока гидравлической жидкости в гидроприводе приводит к образованию кавитационной зоны. Это происходит в тех участках потока 4, где давление, понижаясь, достигает некоторого критического значения. В потоке жидкости создается ограниченная кавитационная зона, заполненная движущимися пузырьками, которая приводит к замедлению срабатывания гидропривода СКШ. На распространение этих пузырьков по общему объему гидропривода оказывают влияние различные факторы, в том числе и виброакустические. Наиболее сильно подвержен данному явлению исполнительный тормозной механизм, так как он находится в вибронагруженной зоне. Данный процесс характерен при экстренном торможении, когда давление в гидроприводе быстро достигает 12,0 МПа и

резко падает при работе тормозной системы. Если в гидравлической жидкости процент содержания примесей выше критериального значения, то вероятность отказа работы тормозного привода увеличивается.

Таким образом, увеличение концентрации загрязнителей и растворенных газов, заметно снижает надежность срабатывания тормозного механизма. Создание и интеграция диагностических систем контроля в бортовые компьютеры основанных на методиках определения эксплуатационного состояния гидравлической жидкости и снижения виброакустических зон заметно повысят надежность тормозных систем техники военного назначения.

Список литературы

1. Вибрация в технике. Колебания машин. Конструкции и их элементов. Т.3. Под ред. Ф.М. Дитенберга, К.С. Колесника. М.: Машиностроение 1980. - 125 с.

2. Поливаев О.И., Павленко С.Т., Кочетков Н.В. Исследования резонансных колебаний в трансмиссии колесного трактора. // Тракторы и сельхозмашины.. - 1979. - №7. - С. 11-12.

3. Ляпич Е.Н., Кисляков Г.О., Мохин И.Н. Исследование процесса движения рабочей жидкости в исполнительном механизме гидропривода тормозной системы // Наука образование общество. - 2016. - №6. - С. 72-74.

УДК 621.43.068.4

Можейко А.В., Жогло С.С.

ГАЗОДИНАМИКА ПОТОКА В НЕЙТРАЛИЗАТОРЕ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж

Аннотация. В статье представлен один из возможных вариантов решения проблемы газодинамических потерь при использовании нейтрализатора отработавших газов в **выпускной системе двигателя внутреннего сгорания.**

Ключевые слова: нейтрализатор отработавших газов, газодинамика потока, фильтрующий элемент.

Abstract. The article presents one of the possible solutions to the problem of gas-dynamic losses during use converter exhaust gas in the exhaust of the internal combustion engine system.

Keywords: converter exhaust, gas dynamics flow filter element.

Сопротивления, создаваемые нейтрализатором, с учетом основных элементов конструкции, при заданных геометрических параметрах может быть представлена в следующем виде:

$$\xi = \xi_{Д} + \xi_{СФ} + \xi_{БК} + \xi_{КФ} \quad (1)$$

где индексы Д, СФ, БК, КФ - означают соответственно зоны диффузора (расширяющаяся часть), сажевого фильтра, блока катализатора, конфузора (сужение в концевой части).

Потери давления при внезапном расширении сечения даже при равномерном поле скоростей очень велики и тем значительнее, чем больше степень расширения потока[1]. Специально для плавного перехода от меньшего сечения трубы (канала) к большему (преобразования кинетической энергии потока в энергию давления) с минимальными потерями полного давления и необходим плавно расширяющийся участок - диффузор, представленный на рисунке 1.

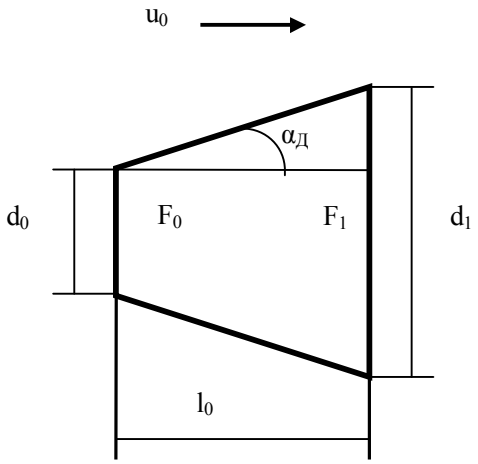


Рисунок 1 - Геометрические параметры диффузора

Общие потери давления в диффузоре можно представить в виде суммы:

$$\Delta p_{Ä} = \Delta p_{òð} + \Delta p_{ðàñø}, \quad (2)$$

где $\Delta p_{тр}$ - потери на трение отработавших газов (ОГ) о стенки, Па; $\Delta p_{расш}$ - потери на расширение потока ОГ, Па.

Коэффициент газодинамического сопротивления (потерь) диффузора представляет собой отношение потерянного давления к скоростному давлению в узком сечении:

$$\xi_{Ä} = \Delta p_{Ä} / (\rho u_0^2 / 2) = \xi_{òð} + \xi_{ðàñø}, \quad (3)$$

где u_0 - начальная скорость потока ОГ, м/с; $\xi_{тр}$ - коэффициент сопротивления трения диффузора; $\xi_{расш}$-коэффициент сопротивления расширения диффузора.

Коэффициент сопротивления трения диффузора [2]:

$$\xi_{\partial\partial} = \Delta p_{\partial\partial} / (\rho u_0^2 / 2) = \lambda (1 - 1/n_{\ddot{A}})^2 / 8 \sin \alpha_{\ddot{A}} / 2, \quad (4)$$

где λ - коэффициент сопротивления трения единицы длины диффузора и определяется в зависимости от числа Re и относительной шероховатости стенок Δ по соответствующим кривым; $n_Д = F_1/F_0$- степень расширения диффузора, где F_0, F_1- площадь сечения, соответственно на входе и выходе из диффузора; $\alpha_Д$- угол расширения диффузора.

Отрыв потока в диффузорах с $\alpha_Д \leq 40°$ происходит не по всему периметру сечения. Начинается он в той части сечения, где по тем или иным причинам (несимметрия диффузора, несимметричность профиля скорости на входе и т. п.) скорость потока в пристенном слое меньше, чем в других частях сечения. Однако, как только происходит отрыв потока на одной стороне поверхности диффузора дальнейшее повышение статического давления вдоль диффузора прекращается или ослабляется настолько, что отрыв потока от поверхности на противоположной стороне уже произойти не может. Односторонний отрыв потока обусловливает и несимметричное распределение скоростей по сечениям диффузоров. В симметричном диффузоре с симметричным профилем скорости на входе отрыв потока от стенки возникает попеременно то на одной, то на другой стороне диффузора, что приводит к значительному колебанию скоростей всего потока[2, 3].

В диффузорах с углом расширения $\alpha_Д > 40°$ поток не может следовать даже по одной из сторон и отрывается одновременно по всему периметру сечения, образуя турбулентное течение. Отрыв становится более устойчивым, а профиль скорости более постоянным, чем при меньших углах расширения. Опыты показывают, что при углах расширения $\alpha_Д > 24°$ отрыв потока начинается у входного сечения диффузора, даже при больших числах Re, когда поток турбулентный.

Отрыв потока, начинающийся в коротких диффузорах (с большими углами расширения), распространяется дальше на участок постоянного сечения за диффузором. На этом участке полное выравнивание потока по сечению достигается лишь на расстоянии $l_0 = (8 \div 10) \cdot d$[1, 2]. Вместе с тем на таком расстоянии профиль скоростей, близкий к профилю для стабилизированного турбулентного течения в канале постоянного сечения, достигается при $\alpha_Д = 180°$.

Из изложенного следует, что если подводящий участок, непосредственно примыкающий к аппарату, состоит из короткого диффузора без прямого выходного участка соответствующей длины, то он не обеспечивает достаточного расширения потока на входе в аппарат, а следовательно, диффузор не нужен.

Течение жидкости в диффузорах с углом расширения $\alpha_Д > 60°$ мало отличается от течения при внезапном расширении сечения ($\alpha_Д = 180°$);

сопротивления таких участков также примерно одинаковы. Поэтому вместо диффузоров с углом расширения $\alpha_Д > 60°$, с точки зрения аэродинамики, предпочтительнее применять участок с внезапным расширением сечения.

Переход от большего сечения к меньшему через плавно сужающийся участок - конфузор - также сопровождается сравнительно большими невосполнимыми потерями полного давления. Коэффициент сопротивления конфузора, представленного на рисунке 2, с прямолинейными образующими зависит от угла сужения $\alpha_{кф}$ и степени сужения $n_{кф} = F_{2k} / F_{1K}$, а при малых числах Рейнольдса также и от Re.

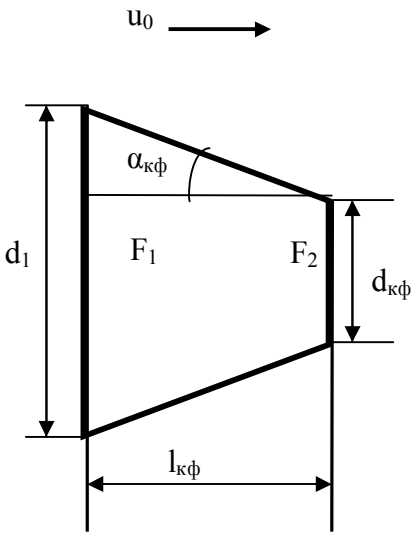


Рисунок 2 - Геометрические параметры конфузора

Чем больше угол α и меньше $n_{кф}$ тем значительнее отрыв потока от стенок и больше сопротивление конфузора. По длине сужающегося участка также имеют место потери на трение [2].

Общий коэффициент сопротивления конфузора равен:

$$\xi_{êô} = \Delta p_ê / (\rho u_0^2 / 2) = \xi_i + \xi_{ôð}, \quad (5)$$

Коэффициент местного сопротивления конфузора:

$$\xi_i = \Delta p_i / (\rho u_0^2 / 2) = -0{,}0125 n_ê^4 + 0.0224 n_ê^3 - 0.00723 n_ê^2 + \\ + 0.00444 n_ê - 0.00745(\alpha_{êô}^3 - 2\pi d_1^2 - 10\alpha_{êô}), \quad (6)$$

где $\alpha_{кф} = 0{,}01745\ \alpha_к°$; d_1- диаметр реактора нейтрализатора, м.

Коэффициент сопротивления трения конфузора:

$$\xi_{ôð} = \Delta p_{ôð} / (\rho u_0^2 / 2) = \lambda (1 - 1/n_ê)^2 / 8 \sin \alpha_{êô} / 2, \quad (7)$$

В пределах $10 < \alpha_{кф} < 40°$ общий коэффициент сопротивления конфузора с прямолинейными образующими имеет минимум при $Re > 105$, а далее остается практически постоянным и равным $\xi \approx 0{,}05$.

Если пренебречь влиянием условий входа и выхода, шероховатостью поверхности и сжимаемостью газа, то соотношение

между коэффициентом трения f и падением давления Δp может быть выражено в виде:

$$\Delta p_{\partial\partial} = 4f(\rho u_m^2)l/d = 2fu_m^2 l/\rho d, \quad (8)$$

где l - длина, на которой давление падает на величину Δp, м; d - эквивалентный гидравлический диаметр трубы, м; u_m - средняя скорость потока, м/с; ρ - плотность ОГ, кг/м^3;

Коэффициент трения определяется из следующего выражения:

$$f = 2\tau_{cm}/\rho u_m^2 = f(\mathrm{Re}), \quad (9)$$

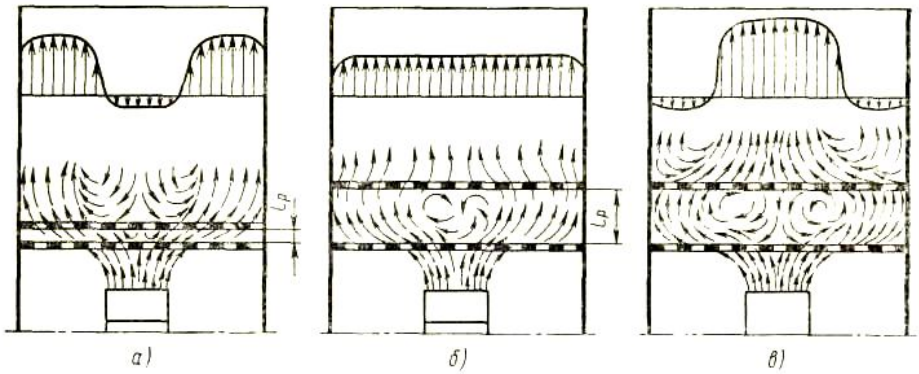
где τ_{cm} - касательное напряжение, Н/м^2.

Влияние неравномерности распределения скоростей потока ОГ по сечению на эффективность работы сажевого фильтра обусловлено тем, что коэффициент эффективности находится не в прямой пропорциональной зависимости от скорости потока. Следовательно, при неравномерном поле скоростей эффективность сажевого фильтра будет отличаться от эффективности при равномерном поле скоростей.

Поскольку одна плоская решетка без дополнительных устройств не всегда достаточно эффективна при использовании ее в качестве распределительного устройства, возникает необходимость в других способах выравнивания потока. Одним из способов является последовательная установка системы плоских решеток. Такая система решеток является весьма эффективным выравнивающим устройством, хотя ее сопротивление, необходимое для полного выравнивания потока, равно оптимальному сопротивлению одиночной решетки.

Для повышения эффективности систем решеток расстояние между ними должно быть не меньше определенного значения. Действительно, если при излишне большом коэффициенте сопротивления каждой решетки они расположены слишком близко одна от другой, то течение газа будет мало отличаться от течения, которое наблюдается в случае одиночной плоской решетки, в соответствии с рисунком 3. Например, струя, набегающая по центру на первую решетку с большим значением коэффициента ξ_p, непосредственно за решеткой растекается радиально. Вследствие ограниченности расстояния между решетками струя не сможет изменить своего радиального течения и будет перетекать через вторую решетку в том же направлении. Весь газ за второй решеткой перетечет из центральной части сечения к стенкам фильтра. При достаточном расстоянии между решетками газ, набегающий на вторую решетку уже в виде кольцевой струи, будет растекаться по ее фронту в обратном направлении, т. е. от периферии к центру. Если коэффициент сопротивления второй решетки не очень большой, то в сечении на конечном расстоянии от нее распределение скоростей будет равномерным. Если коэффициент сопротивления второй решетки будет

слишком большим, то обратное растекание по ней кольцевой струи приведет к дальнейшему ее перетеканию в том же направлении и на конечном расстоянии за этой решеткой. В результате снова получится неравномерное распределение скоростей.



а – малым l_p; б - оптимальным l_p;
в – с излишне большим коэффициентом сопротивления решеток $\xi_p \geq \xi_{кр}$

Рисунок 3 – Схема потока за системой плоских решеток с различным расстоянием между ними

На основе метода расчета растекания узкой струи по системе плоских решеток рассмотрим систему последовательно установленных решеток при одинаковых коэффициентах сопротивления (одинаковых коэффициентах их живого сечения f_i = const)[2].

$$\xi_p = \delta \overline{p} \ / \overline{u_p^2}, \tag{10}$$

где $\delta \overline{p}_p$ - относительная потеря давления на решетке, определяемая по формуле:

$\delta \overline{p}_p = 2\delta p_p / \rho u_k^2$;

$\overline{u}_p$ - относительная скорость потока, определяемая по формуле:

$\overline{u}_p = u_p / u_k$

где u_p – средняя скорость по сечению фронта решетки; $u_к$ – средняя скорость по сечению канала.

Коэффициент сопротивление i решетки находится по формуле:

$$\xi_{pi} = (N_0 N_{p1} N_{p2} ... N_{p(n-1)})^{1/n} (F_{pn} / F_0)^{2/n} - 1, \tag{11}$$

где F_{pn} ─ площадь растекания по конечной n-ой решетке; F_0 ─ площадь входного патрубка; N_0, N_1, N_2,… N_{pi},… N_n─ коэффициенты неравномерности струи в пределах площади растекания ее по решетке, которые находятся как:

$$N_{pi} = \frac{1}{F_{pi}} \int_{F_{pi}} \left(\frac{u}{u_{pi}} \right)^3 dF \tag{12}$$

Чтобы описать полное растекание потока за последней решеткой, вместо F_{pn} нужно принять F_1 . Тогда

$$\xi_{pi} = (N_0 N_{p1} N_{p2} ... N_{p(n-1)})^{1/n} (F_1 / F_0)^{2/n} - 1. \quad (13)$$

В случае системы последовательно установленных решеток растекание струи по ним происходит постепенно, и степень неравномерности струи в пределах площади растекания по каждой i-й решетке получается сравнительно небольшой. Это позволяет для многих практических случаев принять Np1 = Np2 = Npi ≈ 1. Тогда окончательно

$$F_{pi} / F_0 = \sqrt{(1+\xi_{p1})(1+\xi_{p2})...(1+\xi_{pi}) / N_0}; \quad (14)$$

$$\xi_{pi} = (\frac{F_{pn}}{F_0})^2 \frac{N_0}{(1+\xi_{p1})(1+\xi_{p2})...(1+\xi_{p(i-1)})...(1+\xi_{pn})}, \quad (15)$$

и для полного растекания потока за последней решеткой

$$\xi_{pi} = N_0^{1/n} (F_1 / F_0)^{2/n} - 1. \quad (16)$$

При N_0 =1

$$\xi_{pi} = (F_1 / F_0)^{2/n} - 1. \quad (17)$$

Каждая решетка системы должна быть выбрана так, чтобы за ней не получалось перетекания газа из одной области сечения в другую, т. е. чтобы не происходило существенного «перевертывания» профиля скорости. Поэтому плоская (тонкостенная) решётка должна иметь коэффициент сопротивления, меньший предельного (критического) значения $\xi_{пред}$ или $\xi_{кр}$. Расчет для выбора решётки представлен в таблице [3].

Таблица. Выбор плоской решётки

F_1/F_0	3	4	10
$\xi_{кр}$	4-5	8-10	12-15
f*	0,5-0,47	0,4-0,37	0,35-0,32

* f-коэффициент живого сечения решетки

На основании данных экспериментов получена приближенная формула для определения оптимального количества плоских тонкостенных решеток системы (с одинаковыми коэффициентами сопротивления) [3];

$$n_{îïò} \approx 0{,}7\sqrt{(F_1 / F_0)\sqrt{N_0}}. \quad (18)$$

Получаемое по этой формуле значение $n_{опт}$ округляется до ближайшего целого числа.

Оптимальное расстояние между решетками системы, равно

$$(l_p)_{îïò} \approx Xd_1, \quad (19)$$

где l_p- расстояние между решетками; d_1- диаметр сажевого фильтра; X- относительное расстояние между решетками.

Увеличение l_p/D_1 с точки зрения равномерности поля скоростей всегда желательно, но приводит к увеличению габаритов аппарата.

Следует отметить, что даже тогда, когда коэффициенты сопротивление всех n решеток имеют одинаковое значение, потери давления при протекании ОГ через них получаются различными, так как скорость набегания струи на каждую из решеток вследствие непрерывного растекания струи уменьшается вниз по потоку. Поэтому суммарное сопротивление всех решеток нельзя получить простым суммированием величин ξ_{pi}. Сначала нужно привести их к одной и той же скорости, например к скорости u_k в сечении F_k. Тогда, суммарное сопротивление всех решеток (учитывая, что $\overline{u_k} = 1$)

$$\sum_{i=1}^{n} \delta \overline{p}_{pi} = \sum_{i=1}^{n} \xi_{k.pi} = \xi_{p1} \overline{u}_{p1}^{-2} + \xi_{p2} \overline{u}_{p2}^{-2} + \ldots + \xi_{pi} \overline{u}_{pi}^{-2} + \ldots + \xi_{pn} \overline{u}_{pn}^{-2} \tag{20}$$

Если коэффициенты сопротивления всех n решеток одинаковые ($\xi_{pi} = \xi_p = \text{const}$), то

$$\sum_{i=1}^{n} \xi_{0pi} = \xi_{pi}[(F_0/F_{p1})^2 + (F_0/F_{p2})^2 + \ldots + (F_0/F_{pi})^2 + \ldots + (F_0/F_{pn})^2] \tag{21}$$

Полагая, что $F_{p1}/F_0 = c$, получим

$$F_{p2}/F_0 = (F_{p2}/F_{p1})(F_{p1}/F_0) = c_2;$$
$$F_{p3}/F_0 = c_3; \ldots; F_{pi}/F_0 = c_i; \ldots; F_{pn}/F_0 = c_n, \tag{22}$$

Откуда для конечной площади полного растекания

$F_{pn}/F_0 = F_1/F_0 = c_n = (\sqrt{1+\xi_{pi}})^n$

и соответственно

$$c = (F_1/F_0)1/n \ . \tag{23}$$

Согласно зависимостям (21) и (22) имеем

$$\sum_{i=1}^{n} \xi_{0pi} = \xi_{pi} \frac{1 - c^{-2n}}{c^2 - 1} \ . \tag{24}$$

Подставляя значения ξ_{pi} и c из выражения (17) и (23), получим

$$\sum_{i=1}^{n} \xi_{0pi} = 1 - (F_0/F_1)^2 \ . \tag{25}$$

Как видно сопротивление всей системы решеток, необходимое и достаточное для обеспечения полного растекания струи за последней решеткой, теоретически равно сопротивлению одиночной решетки с расчетным (оптимальным) коэффициентом сопротивления.

Таким образом, зависимость оптимального числа решеток в системе $n_{опт}$ хорошо описывается эмпирической формулой 18.

Полученные расчеты изображены на рисунке 4:

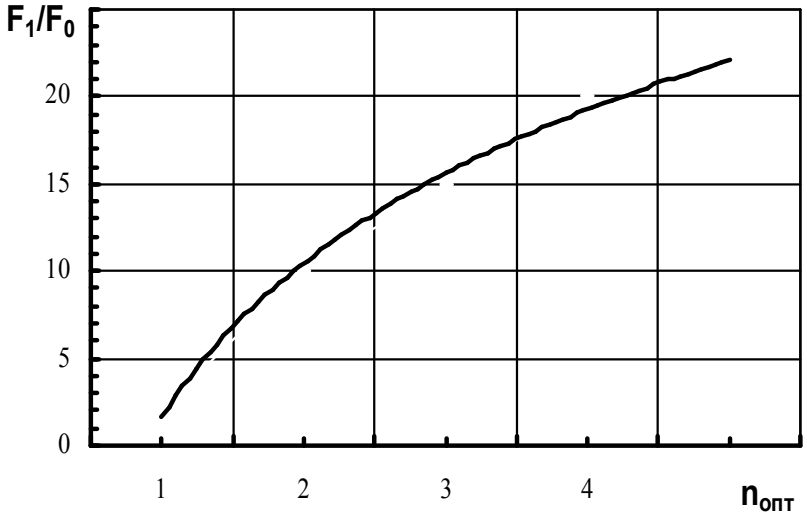


Рисунок 4 - Расчет оптимального числа сеток ($n_{опт}$) в сажевом фильтре

Список литературы

1. Звонов В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания / Под ред. В. А. Звонова. - М.: Машиностроение, 1973. - 200 с.

2. Сухиташвили М. Д. Снижение вредных выбросов дизелей при эксплуатации автотракторной техники / Дис. … канд. тех. наук. - Саратов, 2002.-150 с.

3. Бесков В. С., Слинько Р. В. Моделирование и оптимизация каталитических процессов /Сб. науч. тр.- М.: Наука, 1965.- с74.

УДК 621.43

Попов А.Ю., Капустин В.П., Гусев Ю.В., Федоренко Р.А.

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗРАБОТОК ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ КОНСТРУКТОРОВ НА ДВИГАТЕЛЯХ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Военный учебно-научный центр «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В статье проведен анализ последних разработок отечественных и зарубежных ученых по применению двигателей внутреннего сгорания нового вида.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, система впрыска топлива, экономические и экологические характеристики, автомобили

Abstract. In the article the analysis of the latest developments of domestic and foreign scholars on the use of internal combustion engines

Keywords: internal combustion engine, the fuel injection system, economic and environmental characteristics of the cars

Несмотря на сложившийся негативные стереотипы о дизельных двигателях – последние 20 лет внесли кардинальные изменения в сферу дизельных технологий. В результате сегодня дизельный двигатель не уступает, а в некоторых аспектах превосходит бензиновый. Прежде никому не могло прийти в голову такое сочетание, как экологически чистый дизельный двигатель, не говоря уже о спортивном дизельном автомобиле. Но времена изменились. Любой современный дизель, независимо от сферы применения, отличается тщательно проработанной, технически совершенной конструкцией и высокой топливной экономичностью. Эти качества гармонично сочетаются с великолепной динамикой и обеспечивают совместимость с природоохранными нормами [1].

Технический прогресс в дизелестроении затронул системы впрыска под высоким давлением и электронного управления (так называемые EDC). Благодаря их внедрению, за последние 15 лет выбросы оксидов азота и углеводородов сократились на 95%, а эмиссия твердых частиц — более чем на 98%. Одновременно удельная мощность дизельного двигателя возросла приблизительно на 15%. На эту же цифру уменьшился расход топлива.

Экологически чистый дизель прошел серьезную проверку и в автомобильном спорте. Например, последние три года за дизелями первенство в гонке «24 часа Ле-Мана». В 2008 году ралли «Дакар» впервые выиграл дизельный автомобиль.

В настоящее время плавно работающий экологически чистый дизель чрезвычайно популярен во всех сегментах автомобильного рынка. Он работает так тихо и плавно, что его не отличить от бензинового двигателя [2].

Согласно данным о регистрации новых машин в Западной Европе с 1995 г. доля дизельных двигателей возросла с 22% до почти 50%. Одним из главных факторов успеха экологически чистого дизеля стала система впрыска с электронным управлением Common Rail. В ней необходимое давление впрыска обеспечивает насос высокого давления.

Быстродействующие инжекторы, примененные в системе, позволяют снизить шум и токсичность выхлопа. Самая передовая система впрыска Common Rail, а также системы обработки выхлопных газов составляют основу экономичного, экологически чистого и мощного дизельного двигателя.

Перспективы Common Rail (CR) сегодня не вызывают сомнений, в том числе для дизелей различного назначения. Обладая значительно более высокими возможностями управления процессами в дизеле, уже в начале

производства они оказались дешевле, чем, например, новой системы ТПС с насосом VP-44 [2].

В Коломенском филиале ВЗПИ были разработаны относительно простые и эффективные форсунки и системы управления аккумуляторных систем, а также подготовлена опытная аппаратура для различных транспортных дизелей. Эти разработки оказались преждевременными и не были реализованы. Но именно они оказались ближе всех к реализованным в конце 90-х годов западноевропейскими фирмами системам, названным ими Common Rail (дословно – «общая магистраль»).

Скорейшее внедрение CR обусловливается необходимостью выполнения ожесточающихся норм на токсичность отработавших газов, унификацией с аналогичными системами для двигателей с непосредственным впрыском бензина. Работы над CR продолжаются и в России. Принцип работы этой системы основан на подаче топлива к форсункам от общего аккумулятора высокого давления – топливной рампы («Общей рейки») [3]. Давление в топливной системе создается и поддерживается независимо ни от частоты вращения коленчатого вала двигателя, ни от количества впрыскиваемого топлива. Это первое главное отличие от традиционных дизелей с ТНВД с кулачковым приводом и низким давлением подачи топлива. Сами форсунки впрыскивают топливо по команде контроллера блока EDC, посредством встроенных в них магнитных соленоидов, активация которых, происходит с блока управления. Упрощённо общая схема представлена на рисунке. Топливо, готовое для впрыска, постоянно находится под высоким давлением в рампе, куда оно нагнетается специальным насосом сразу же, как только двигатель начинает совершать первые обороты. Далее по топливопроводам топливо под общим давлением постоянно поступает к форсунками.

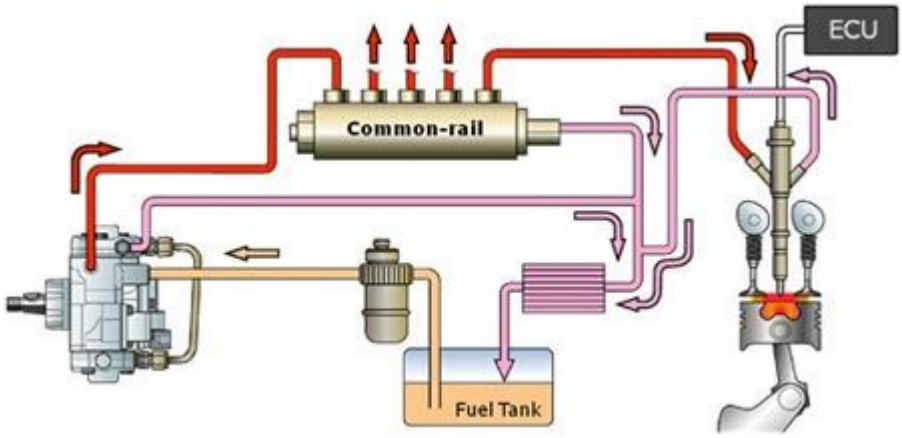


Рисунок – Упрощённая схема системы Common Rail

Это второе главное отличие системы CR от двигателей с обычным ТНВД кулачкового типа - подъём иглы форсунки осуществляется посредством соленоида, а не просто давлением топлива. Сама же цикловая подача топлива (количество) определяется действиями водителя, а угол опережения и давление впрыска - программой, заложенной в блок управления (ЭБУ). Создание давления и непосредственный процесс впрыска в аккумуляторной топливной системе CR полностью разделены. В этом случае главное преимущество - возможность формировать процесс двухфазного и многофазного впрыска, а так же в соответствии давления впрыска скоростному и нагрузочному режимам двигателя. Кроме того, это позволяет применять несколько фаз впрыска за один рабочий такт. В ранних системах применялся двойной впрыск - пилотный и основной для предотвращения детонации. В более современных системах используется до 9 (девяти) фаз впрыска [4].

Преимущество CR и выбор обусловлены сразу несколькими факторами. Основные из них [5]: Во-первых, жёсткие требования к двигателям по экономичности и экологичности, которые повышаются с каждым годом. Дизельные двигатели со старой системой питания принципиально неспособны укладываться в рамки предъявляемых требований по защите окружающей среды от вредных выбросов. Во-вторых, Система CR обеспечивает экономию топлива за счет повышенного давления топлива и, значит, более тончайшего распыла топлива в камере сгорания. Чем под более высоким давлением можно подать топливо в камеру сгорания, тем более тонкого его распыла можно добиться. Это, в свою очередь, ведёт к более полному и эффективному сгоранию смеси с наименьшим выбросом вредных веществ и возрастанию мощности при меньших расходе топлива уровне шума. В тоже время, на протяжении всей длительности впрыска (т. е. времени, когда форсунка открыта) постоянное высокое давление в магистрали позволяет получить точное дозирование топлива. Создать «повышенное» давление в системе с «обычном» ТНВД принципиально невозможно. При любом изменении расхода топлива в трубопроводах от ТНВД к форсункам возникают «волны» давления, «пульсирующие» по топливопроводу. Такое возникающее «волновое гидравлическое давление» неизбежно приведёт к разрушению топливо-проводов. В силу этого ограничения ТНВД, развивающих давление на форсунки более 300 бар (это чуть более 300 кг/см^2) не существует. Система же CR развивает давление в несколько раз больше (до 2000 бар), а вся работа происходит внутри форсунки и без значительных разрушительных колебаний давления.

Условные минусы и недостатки Системы CR:

1. Повышенная требовательность к чистоте и качеству дизельного топлива. Элементы топливной системы выполненные с прецизионной точностью при попадании даже мелких посторонних частиц под действием высокого давления повреждаются и выходят из строя. В первую очередь это касается управляемых электроникой форсунок с электромагнитными или пьезоэлектрическими клапанами. Попытки использовать низкокачественное топливо или неподходящие топливные фильтры могут привести к преждевременному дорогому ремонту или даже к замене системы.

2. Использование в системе большого числа разного рода датчиков, активаторов и иных элементов управления: датчик давления в рампе, датчик потока воздуха, датчики положений распредвала и коленвала, температурные датчики двигателя и входящего воздуха, датчик положения педали акселератора, датчик системы подогрева, соленоиды, клапан регулятор давления в рампе, клапан турбонадува и клапана рециркуляции выхлопных газов.

3. Относительно высокая стоимость деталей и запасных частей системы.

4. Затруднение или невозможность произвести ремонт или настройку системы собственными силами, т.к. требуется специальный стенд и инструменты.

5. Всё ещё недостаточный уровень квалификации персонала для диагностики, ремонта и настройки систем CR во многих специализированных сервисах.

Таким образом, следует отметить существенный скачек в области создания двигателей нового поколения, способных в несколько раз уменьшить воздействия на окружающую среду и увеличить мощностные характеристики на дизельных двигателях, используя новейшую систему впрыска CR.

Список литературы

1. http://www.bosch.ru/ru/ru/newsroom_1/news_1/news-detail-page_8960.php (дата обращения 01.11.2016 г.)

2 http://5koleso.ru/articles/Tehnika/Bosch_Sovsem_po_drugomu. (дата обращения 01.11.2016 г.)

3 А.И. Исаев, Конструирование топливной аппаратуры. М.: Машиностроение, 1971. 164 с.

4 Астахов И.В. Подача и распыливание топлива в дизелях. М.: Воениздат, 1984. 132 с.

5 Павленко И.Н., Ляпич Е.Н. Недостатки и преимущества топливной аппаратуры с системой COMMON RAIL. Автомобили и двигатели:

сборник статей по материалам XXIII НПК. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2013. С. 97-101.

УДК 629.1.02

Пурусов Ю.М., Леонтьев К.Н., Черноиванов В.И., Софин А.А.

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШИН НА ТЯГОВЫЕ И СЦЕПНЫЕ КАЧЕСТВА КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж

Аннотация. На основании экспериментальных исследований взаимодействия крупногабаритных шин различных конструкций с опорной поверхностью при криволинейном движении получены тяговые характеристики колесного движителя.

Ключевые слова: колесный движитель, крупногабаритные шины, тяговые характеристики.

Abstract. In article substantive provisions in which it is established are considered that the design of a skeleton of the pneumatic tire and size of radius of turn essentially influence traction and coupling indicators of wheel tractors that it is necessary to consider at designing of the running equipment of tractors.

Keywords: wheeled motor, very large types, tractiv characteristics.

Формирование силы тяги колесного движителя аэродромных тягачей повышенной единичной мощности, работающих в экстремальных условиях при эвакуации воздушных судов с грунтовых опорных поверхностей, обусловлено главным образом тремя составляющими: силой трения протектора шины о грунт; силой трения грунта, защемленного во впадинах рисунка протектора, о грунт; упорными реакциями грунтозацепов.

Цель работы – с использованием экспериментальных данных величин силы тяги колесного движителя с крупногабаритной шиной при работе на деформируемой поверхности, оценить влияние конструкции шин на тяговые и сцепные качества и проходимость машин.

Актуальность исследований тяговых и сцепных качеств колесного движителя при криволинейном движении обусловлена современной тенденцией повышения устойчивости, маневренности и уменьшения минимального радиуса поворота колесных тягачей [1]. В связи с этим проведены экспериментальные исследования тяговых качеств колесного движителя на специальном стенде [2] с крупногабаритными шинами размером 21.00-33 модели ВФ-166А с различной конструкцией каркаса и одинаковым рисунком протектора при движении по криволинейной траектории с радиусом R_o от 6,25 до 1,25 м; с вертикальной нагрузкой на

ось колеса $G_к$ = 67 кН; давлением воздуха в шине $P_ω$ от 0,6 до 0,2 МПа; частотой вращения (числом оборотов) колеса n = 1,65 мин$^{-1}$.

При проведении эксперимента измерялись и фиксировались следующие параметры: крутящий момент; нормальная (радиальная), боковая и окружная (тангенциальная) деформации шины; нормальные контактные напряжения; частота вращения колеса (число оборотов колеса) $n_к$; путь проходимый колесом на мерном участке (число кругов стенда) n_c; сила тяги T; продолжительность опыта.

Наиболее полное представление о тяговых качествах колесного движителя дает тяговая характеристика, представляющая зависимости коэффициента проскальзывания центральной опорной точки $θ_0$ или коэффициента буксования колесного движителя δ, действительной скорости колесного движителя $V_{кд}$, тяговой мощности $N_т$ и тягового КПД $η_к$ от силы тяги T, изменяющейся от 0 до T_{max}.

В общем виде коэффициент $θ_0$ определяется из выражений [1]

$$\theta_0 = \frac{V_{кт}}{V_{кд}}; \quad (1)$$

$$V_{кт} = \omega_к r_c; \quad (2)$$

$$V_{кд} = \omega_к r_г, \quad (3)$$

где $V_{кт}$ – теоретическая скорость колесного движителя; $ω_к$ – угловая скорость вращения колеса; r_c – статический радиус колеса, определяемый при максимальной вертикальной нагрузке на колесо; $r_к$ – радиус качения колеса.

При движении по криволинейной траектории радиус качения колеса определяется по формуле [1]

$$r_к = R_0 \frac{n_c}{n_к}. \quad (4)$$

Тяговая мощность колесного движителя определяется по формуле

$$N_т = TV_{кд}. \quad (5)$$

Для определения тягового КПД используется формула [1]

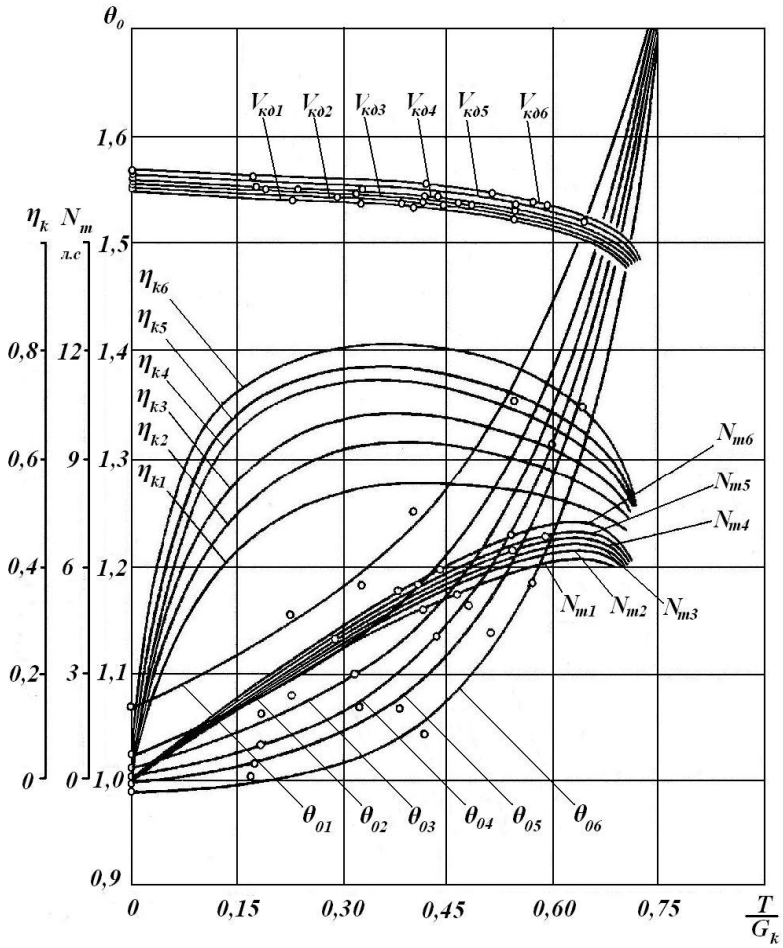
$$\eta_k = \frac{Tr_c}{(T + P_f) r_0 \theta_0}, \quad (6)$$

где P_f – сила сопротивления качению; $T+P_f = P_к$ – окружная сила; r_0 – свободный радиус колеса.

На рисунке 1 представлены тяговые характеристики колесного движителя с радиальной комбинированной шиной при $P_ω$ = 0,6 МПа, $G_к$ = 67 кН и различных радиусах поворота на плотном грунте, построенные в зависимости от относительной силы тяги $\frac{T}{G_k}$, которые позволяют проанализировать изменения тяговых и сцепных качеств колесного

движителя при криволинейном движении. Так, уменьшение радиуса поворота от 6,25 до 1,25 м вызывает уменьшение $N_{тmax}$ на 13,3 %, $\eta_{кmax}$ на 31,9 %, что объясняется уменьшением действительной скорости $V_{кд}$ вследствие более интенсивного проскальзывания элементов протектора в области контакта и увеличением сопротивления качения колеса при уменьшении радиуса поворота.

На основании экспериментальных тяговых характеристик колесного движителя с диагональной и комбинированной шиной при движении по асфальтобетонной поверхности получены зависимости силы тяги колесного движителя от радиуса поворота при P_ω = 0,6 МПа и постоянной величине θ_0 = 1,1, которая приближенно соответствует высоким значениям тягового КПД в диапазоне изменения радиуса поворота.



θ_{01}, $V_{кд1}$, $N_{т1}$, $\eta_{к1}$ при $R_о$=1,25 м; θ_{02}, $V_{кд2}$, $N_{т2}$, $\eta_{к2}$ при $R_о$=1,75 м; θ_{03}, $V_{кд3}$, $N_{т3}$, $\eta_{к3}$ при $R_о$=2,75 м; θ_{04}, $V_{кд4}$, $N_{т4}$, $\eta_{к4}$ при $R_о$=3,75 м; θ_{05}, $V_{кд5}$, $N_{т5}$, $\eta_{к5}$ при $R_о$=4,75 м; θ_{06}, $V_{кд6}$, $N_{т6}$, $\eta_{к6}$ при $R_о$=6,25 м

Рисунок 1 – Тяговая характеристика колесного движителя с радиальной комбинированной шиной при P_ω=0,6 МПа и различных радиусах поворота на плотном грунте

Исходная зависимость для определения элементарных сил трения на участке контакта пневматической шины dydx при качении колеса по дуге окружности может быть записана в виде

$$T = \iint_S \mu_C \sigma dydx, \qquad (7)$$

где S – площадь участка области контакта шины с поверхностью качения, μ_c – коэффициент трения скольжения резины, σ – нормальные контактные напряжения.

Решение данной задачи осуществляем в общем виде при законе радиальной деформации пневматической шины

$$\sigma = k_{ср}^{*} = const, \qquad (8)$$

где $k_{ср}^{*} = \frac{k_1 - k_2}{2}$, k_1 и k_2 – коэффициенты радиальной деформации шины в зонах загрузки и разгрузки.

Принятый закон деформации пневматической шины справедлив для всей области контакта колеса с поверхностью качения.

Значение коэффициента трения скольжения резины для любого элемента пневматической шины в области контакта при движении колеса по дуге окружности определяется из выражений [2]

при $\theta_0 \geq 1$

$$\mu_c = \mu_п + \left[\left(\mu_{c\theta\sigma} - U\sigma\right) - \mu_п\right] \cdot \left[1 - \frac{1}{\theta_0^{п}\left(\frac{r^2 + x^2}{r^2}\right)^n \left(\frac{R_0}{R_0 \pm y}\right)^n}\right], \qquad (9)$$

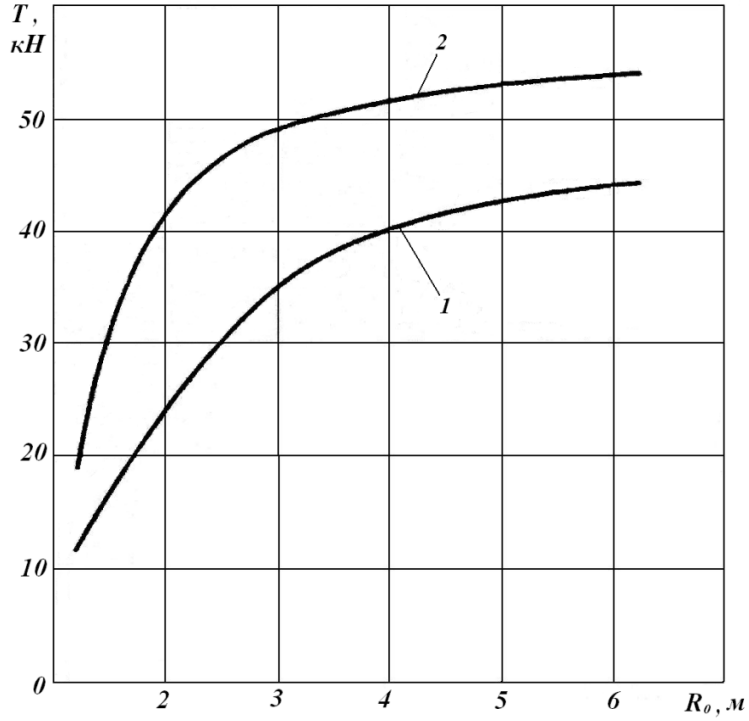
при $\theta_0 \leq 1$

$$\mu_c = \mu_п + \left[\left(\mu_{c\theta\sigma} - U\sigma\right) - \mu_п\right] \cdot \left[1 - \theta_0^{п}\left(\frac{r^2 + x^2}{r^2}\right)^n \left(\frac{R_0}{R_0 \pm y}\right)^n\right], \qquad (10)$$

где μ_n – коэффициент трения покоя, $\mu_{c\theta\sigma}$ – условный коэффициент скольжения резины при $\theta_\xi \to \infty$ или $\theta_\xi \to 0$ и $\sigma \to 0$, $U = \frac{\mu_{c\theta\sigma} - \mu_{c\theta i}}{\sigma}$ – угловой коэффициент, $\mu_{c\theta i}$ – коэффициент трения скольжения резины о поверхность качения при $\theta_\xi \to \infty$ или $\theta \to 0$ и заданном значении, r – расстояние от центра колеса до плоскости приложения равнодействующих элементарных сил трения T_σ и $T_ю$, x, y – координаты элемента пневматической шины, для которого определяется значение μ_c.

При анализе теоретической зависимости $T = T(R_0)$, представленных на рисунке 2, установлено, что величина силы тяги снижается при уменьшении радиуса поворота в исследуемых пределах. Причем у колесного движителя с диагональной шиной величина силы тяги при R_0 =

1,25 м ниже, чем при R_0 = 6,25 м в 3,8 раза, а с комбинированной – в 2,8 раза.



1 – диагональная шина; 2 – радиальная комбинированная шина

Рисунок 2 – Влияние радиуса поворота на величину силы тяги колесного движителя при θ_0=1,1 на асфальтобетонной поверхности

Процесс взаимодействия колесного движителя с грунтом зависит от нормальной (радиальной) деформации шины, изменяющей форму области контакта и характер распределения нормальных контактных напряжений.

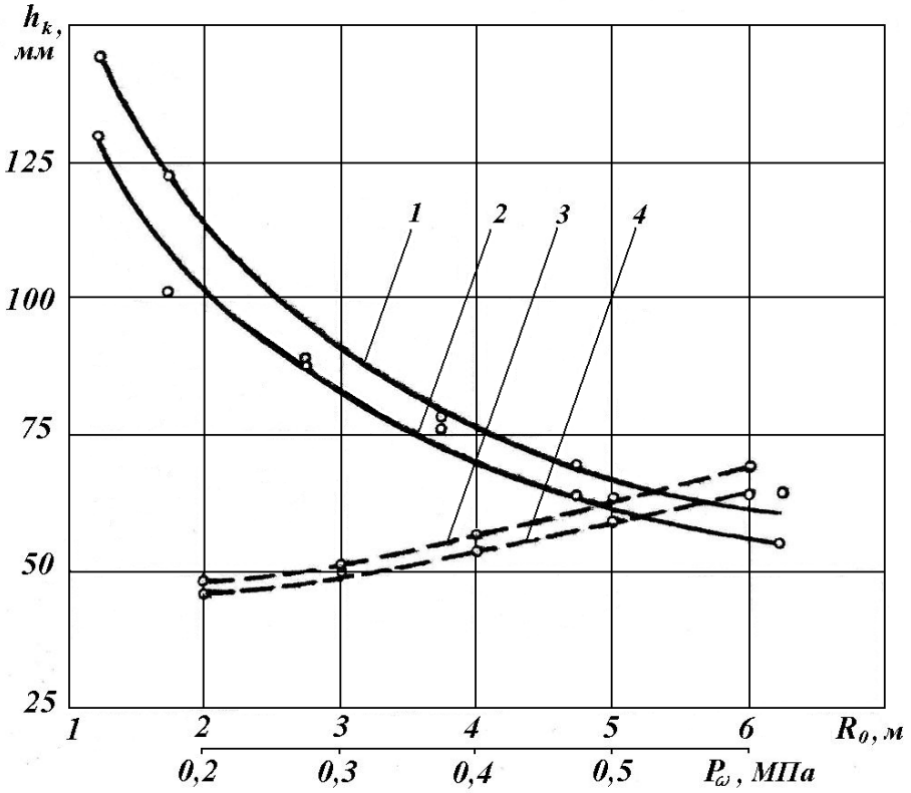
Различие действительной площади области контакта комбинированной и диагональной шин существенно влияет на процесс деформации грунта колесным движителем при движении по деформируемому грунту в частности по песку.

Анализ распределения нормальных контактных напряжений в продольном сечении крупногабаритных шин различной конструкции при движении по песку показывает, что среднее значение нормальных контактных напряжений у диагональной шины выше, чем у комбинированной и металлокордной шин, например, при P_ω = 0,2 МПа и R_0 = 6,25 м на 7,0 и 19,0% соответственно.

Измерение глубины колеи $h_к$ при движении колесного движителя по песку показывает, что уменьшение радиуса поворота приводит к погружению колесного движителя в песок, которое обусловлено как кинематическими параметрами (размеры колеса, радиус поворота), так и увеличением крутящего момента, подводимого к колесному движителю. Это приводит (при уменьшении радиуса поворота) к уплотнению и сдвигу песка в области контакта. Так, например, как указано на рисунке 3, при P_ω

= 0,6 МПа величина $h_к$, измеренная на R_0 = 1,25 м, превышает значение $h_к$ на R_0 = 6,25 м для диагональной шины в 2,2 раза, для радиальной комбинированной - в 2,4 раза. Значение $h_к$, при движении по песку у комбинированной шины меньше на 11,1 %, чем у диагональной на всем диапазоне изменения R_0 от 6,25 до 1,25 м при $P_ω$ = 0,6 МПа.

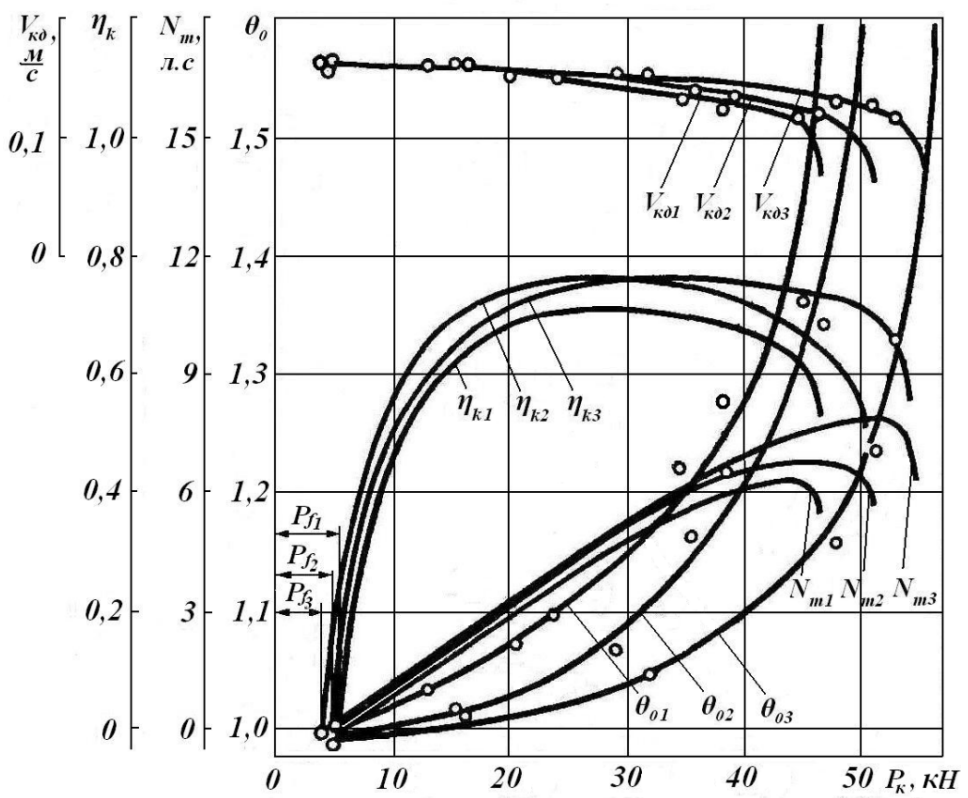
Снижение внутреннего давления воздуха в шине вызывает увеличение действительной площади области контакта с опорной поверхностью, а, следовательно, и снижение нормальных контактных напряжений и уменьшение глубины колеи у исследуемых шин.



1, 3 – диагональная шина; 2, 4 – радиальная комбинированная шина

Рисунок 3 – Зависимости глубины колеи колесного движителя от радиуса поворота при $P_ω$ = 0,6 МПа и давления воздуха в шине при R_0 = 4,75 м на песке

Анализ полученных зависимостей в тяговых характеристиках, как указано на рисунке 4, позволяет сделать вывод, что на плотном грунте при R_0 = 4,75 м и $P_ω$ = 0,6 МПа максимальная тяговая мощность колесного движителя с радиальными металлокордной и комбинированной шинами модели ВФ-166А выше, чем у колесного движителя с диагональной шиной на 31,0 и 13,1 %, а его КПД – на 9,3 и 8,3 % соответственно.



θ_{01}, $V_{кд1}$, $N_{т1}$, $\eta_{к1}$ для диагональной шины; θ_{02}, $V_{кд2}$, $N_{т2}$, $\eta_{к2}$ для радиальной комбинированной шины; θ_{03}, $V_{кд3}$, $N_{т3}$, $\eta_{к3}$ для радиальной металлокордной шины

Рисунок 4 – Тяговые характеристики колесного движителя с крупногабаритными шинами различных конструкций при R_0=4,75 м и $P_ω$=0,6 МПа на плотном грунте

Уменьшение давления воздуха в шине в исследуемом диапазоне повышает максимальную тяговую мощность $N_т$ колесного движителя, что связано с возрастанием сил трения в контакте шины с грунтовой поверхностью вследствие увеличения площади контакта и снижения нормальных контактных напряжений [3].

Изменение радиуса поворота от 6,25 м до 1,25 м при $P_ω$ = 0,6 МПа уменьшает максимальную тяговую мощность и КПД колесного движителя с металлокордной шиной на 18,8 и 29,0%, с комбинированной – на 13,3 и 31,9%, с диагональной – на 14,1 и 22,7% соответственно.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что при движении колесного движителя с крупногабаритными шинами по грунтовым поверхностям радиальные шины, в частности металлокордная, обеспечивают меньшее погружение колеса в грунт (меньшую глубину колеи) и сопротивление качению и обладают лучшими тяговыми и сцепными качествами.

Таким образом, конструкция каркаса пневматической шины и величина радиуса поворота существенно влияют на тяговые и сцепные

показатели колесных тягачей, что необходимо учитывать при проектировании ходового оборудования тягачей.

Список литературы

1. Белявцев А.Н., Попов Е.М., Поливаев О.И. Повышение устойчивости криволинейного движения МТА // Тракторы и сельхозмашины, 2001. №5. С. 32-33.

2. Никулин П.И. Теория криволинейного движения колесного движителя. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1992. – 212 с.

3. Ульянов Н.А. и др. – Взаимодействие крупногабаритных шин различных конструкций с опорной поверхностью при криволинейном движении. // Каучук и резина, 1980, № 5. – С. 39.

УДК 629.113

Гудков В.В., Сокол П.А., Гальцев Ю.М.

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЕЙ И КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ

ВУНЦ ВВС «ВВА им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В статье рассматриваются причины возникновения циркулирующей мощности в трансмиссии автомобилей и тракторов с блокированным приводом, описаны причины снижения КПД трансмиссии, а также причины потерь полезной мощности.

Ключевые слова: циркуляция, сопротивление, движение, балансирная передача, мощность.

Abstract. The article dwells upon the reason of circular power occurrence in the transmission of blocked-drive all-wheel-drive cars and tractors. The reasons of transmission efficiently decrease and useful capacity loss are being viewed.

Keywords: circulation, resistance, movement, balance drive, power.

При проектировании колесного шасси как автомобиля, так и трактора необходим тщательный расчет узлов и агрегатов трансмиссии, подвески, а также мощности двигателя (желательно избыточной) для получения приемлемой тяговой динамики машины, плавности хода, устойчивости и топливной экономичности. Во многих случаях движение в условиях бездорожья часто бывает затруднительно из-за быстрой потери подвижности машины вследствие недостаточности тягово-сцепных свойств и больших затрат мощности на движение. Способность машины выполнять возложенные на нее функции должна обеспечить его высокая проходимость при движении вне дорог и колонных путей, независимо от

погодных условий и времени года. Несколько осей и большое число ведущих колес предопределяют сложность трансмиссии. В существующих механических трансмиссиях сохраняется жесткая связь между его элементами со ступенчатым регулированием крутящего момента, поэтому необходимо знать закономерности протекания сложных физических процессов, сопровождающих их функционирование. Также на стадии проектирования необходимо произвести оценку влияния параметров конструкции трансмиссии, условия режимов его эксплуатации на предполагаемую величину циркулирующей мощности, возникающей в замкнутых контурах узлов и механизмов, контуре колесный движитель – опорная поверхность[1], искать эффективные технические решения по уменьшения ее негативных последствий. Для повышения проходимости и наиболее полной реализации тягово-сцепных возможностей машин для сложных условий эксплуатации в конструкции их трансмиссий широко применяется блокированный привод (межколесный и межосевой). Наличие блокированного привода обеспечивает лучшую приспособляемость к изменяющимся по состоянию грунта и профилю поверхности дорожным условиям.

При движении сила сцепления колес с опорной поверхностью (ОП), вес, приходящийся на них, а при некоторых условиях движения и плотность грунта, постоянно меняются. Следовательно, меняются коэффициенты сцепления ведущих колес с ОП и величины их радиусов качения, что вызывает перераспределение величин окружных сил, приложенных к пятну контакта ведущих колес с ОП, а также изменение величин крутящих моментов, подведенных к ним. При передаче крутящего момента к ведущему колесу вследствие тангенциальной деформации шины и деформации опорной поверхности, в области контакта будет иметь место буксование, т.е. произойдет изменение коэффициента сцепления ведущего колеса с ОП, который будет зависеть от величины буксования в области контакта. При равномерном прямолинейном режиме движения по твердой ОП линейные скорости передних и задних колес неодинаковы, однако их оси, жестко связанные при заблокированном приводе, имеют одинаковые скорости движения.

При прямолинейном движении трактора 4К4, у которого задние колеса забегают, а передние катятся с юзом (рисунок 1), на передние колеса действует отрицательная касательная сила тяги P_{K1}, создаваемая реакциями почвы и направленная против движения. В рассматриваемом случае эта сила является тормозной. Она образует крутящий момент, который через привод к передним колесам передается к раздаточной коробке. Таким образом, к раздаточной коробке трансмиссии мощность подводится двумя потоками: от двигателя по пути, показанному на схеме

сплошной линией, и от передних отстающих колес по пути, показанному пунктиром. Соединившись, оба потока через привод поступают к задним ведущим колесам, как показано толстой линией, и образуют положительную касательную силу тяги[2]. Часть касательной силы тяги через раму (рисунок 1) передается отстающим передним колесам и затрачивается на преодоление сопротивления, создаваемого силой, а другая часть силы затрачивается на преодоление сопротивления, создаваемого крюковой силой.

Таким образом, мощность, создаваемая реакцией почвы на ведомых, движущихся с юзом колесах, циркулирует по замкнутому контуру: от передних колес через трансмиссию к ведущим задним колесам, а от последних через остов трактора обратно к передним колесам, катящимся с юзом. Циркулирующая мощность бесполезна и даже вредна и поэтому называется паразитной мощностью. Она не служит дополнительным источником энергии, а только нагружает трансмиссию и создает в ней лишние механические потери.

Кроме того, на юз отстающих колес расходуется часть толкающей силы забегающих колес, что ухудшает тяговые качества трактора. А неравенство скоростей в области контакта с ОП передних и задних колес вызывает появление кинематического рассогласования между ними, т.е. колеса, у которых величина скорости больше – являются забегающими, а колеса с меньшей скоростью – тормозящими. Однако возникновение значительного по величине и длительно действующего кинематического рассогласования между осями может резко изменить закон распределения крутящего момента по ведущим колесам[3].

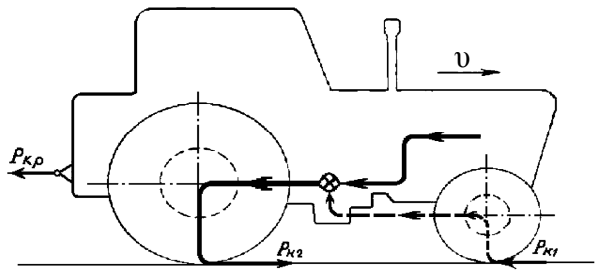


Рисунок – 1. Схема циркуляции мощности у трактора
с блокированным приводом

Для двухосного автомобиля в основном забегающими являются задние колеса, а тормозящими – передние. Наличие кинематического несоответствия между ведущими колесами ухудшает тяговые и динамические показатели машины в целом и вызывает возникновение явления циркуляции мощности, следствием которой являются

дополнительные нагрузки на элементы трансмиссии и подвески, повышенный износ узлов и агрегатов и существенное увеличение расхода топлива.

Разность величин пробега передних и задних ведущих колес компенсируется их буксованием или юзом, в результате этого дополнительно нагружаются элементы раздаточной коробки. При движении циркулирующая мощность может реализоваться увеличением разности моментов в раздаточной коробке между приводными валами переднего и заднего мостов (момент скручивания).

Известно, что КПД трансмиссии характеризует в основном все виды потерь на движение. Возникающие потери при передаче крутящего момента от ведущего вала КПП к ведущим колесам автомобиля является одним из критериев оценки конструктивного совершенства трансмиссии[4]. КПД трансмиссии зависит от его массы, величины сопротивления качению шин, скорости движения, продольного уклона дороги, а также наличия в замкнутых контурах паразитной циркуляции мощности. Также на КПД трансмиссии оказывают влияние величины давления воздуха в шинах, состояние дорожного покрытия, наличие прицепа (или другого прицепного оборудования), жесткостных и кинематических характеристик шин, неравномерности и степени их износа, характера распределения нагрузки по ведущим колесам и режима движения. Все это существенно расширяет диапазон численного изменения значения КПД трансмиссии и усложняет взаимосвязь с эксплуатационными и конструктивными параметрами машины.

На скользкой дороге или при движении по пересеченной местности паразитный момент скручивания (когда передний и задний карданные валы скручивает под действием сил навстречу друг другу) не стремится к нулю, и раздаточная коробка дополнительно нагружается из-за резкого возрастания крутящего момента на ведущих колесах от меняющихся реакций опорной поверхности, т.е. крутящий момент передается между передним и задними мостами, и то же самое происходит от левого к правому колесу на ведущих осях, при наличии жесткой связи (т.е. при заблокированном дифференциале). При этом колебания раздаточной коробки, происходят вперед и назад, передавая усилия от задних колес к передним и наоборот, вызывают появление ударных нагрузок. При движении по твердой ОП не представляется возможным получить приемлемую разницу между буксованием передних и задних колес для компенсации кинематического рассогласования между ними.

Передний и задний ведущие мосты, рама, трансмиссия и опорная поверхность представляет собой замкнутый контур, в котором возникает циркуляция мощности.

У машин с блокированным приводом при наличии кинематического рассогласования между ведущими колесами потери мощности возрастают, когда ведущие колеса имеют хорошее сцепление с ОП и пробуксовка или проскальзывание забегающих колес относительно тормозящих требует повышенного расхода мощности. В тоже время, ведущие валы главных передач мостов соединены между собой жесткой кинематической связью и вращаются с одинаковой угловой скоростью. Таким образом, мощность, создаваемая на ведущих колесах циркулирует по замкнутому контуру: передние ведущие колеса, трансмиссия, задние ведущие колеса, а от задних колес она передается на раму и обратно к передним ведущим колесам. Циркулирующая мощность не является полезной, нагружает трансмиссию и создает в ней дополнительные механические потери. Поскольку в системе нет других источников энергии кроме двигателя, то циркулирующая мощность снижает общую полезную мощность двигателя и понижает КПД машины в целом. Таким образом, мощность, поведенная к ведущим колесам от двигателя затрачивается на преодоление сил сопротивления качению колес, преодоления сил трения в главных передачах КПП, РК, потерь на буксование, и на передачу мощности от полуосей к колесам (рисунок 2)

Циркуляция мощности сопровождается дополнительными потерями полезной мощности, что отрицательно сказывается на эффективности работы машины в целом. Таким образом, мощность, подведенная к ведущим колесам от двигателя, затрачивается на преодоление сил трения в КПП, РК, дифференциалах, на преодоление сил сопротивления качению колес и потерь на буксование.

Если рассмотреть движение трехосного полноприводного автомобиля по твердой ОП, то наличие среднего проходного моста и при разблокированном межосевом дифференциале не исключает возможности возникновения циркулирующей мощности между средним и задним мостами[5] (рисунок 2).

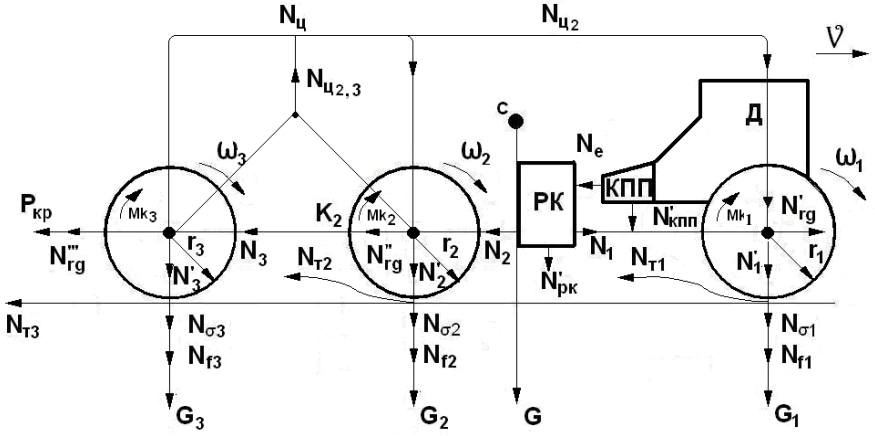
При некоторых условиях движения по ОП радиусы колес 2 и 3 балансирной тележки не равны между собой, и тогда в трансмиссии автомобиля возникает циркулирующая паразитная мощность, нагружающая главные передачи среднего и заднего мостов[6].

Как уже было отмечено выше, циркулирующая мощность возникает и в том случае, когда одна из осей балансирной тележки является ведущей, а другая тормозящей, в данном случае ось 3 является ведущей, а ось 2 тормозящей. Как правило, радиус колес оси 2 (рисунок 2) больше радиуса колес оси 3, и тогда циркуляция мощности в системе двухосной ведущей тележки трехосного полноприводного автомобиля возникает при

тех же условиях и случаях движения, что и в системе полноприводного двухосного автомобиля[6].

Таким образом, наилучшим колесным движителем является такой движитель, связь между ведущими мостами которого обеспечивает постоянное соответствие подводимого к ведущим мостам крутящего момента и вертикальных нагрузок, действующих на колеса[3].

Но паразитная мощность, циркулирующая в замкнутом контуре двухосной ведущей тележки трехосного полноприводного автомобиля, растет с увеличением разности радиусов качения колес осей 2 и 3 (рисунок 2) скорости движения автомобиля, а также с уменьшением тангенциальной эластичности шин, от изменяющихся вертикальных опорных реакций на колесах, и с увеличением силы сопротивления качению (при некоторых условиях движения). При движении трехосного полноприводного автомобиля циркуляция мощности между ведущими осями будет зависеть от конструкции подвески мостов. При этом циркуляция может быть как между отдельными мостами, так и между задней ведущей тележкой и передним ведущим мостом при наличии кинематического рассогласования.



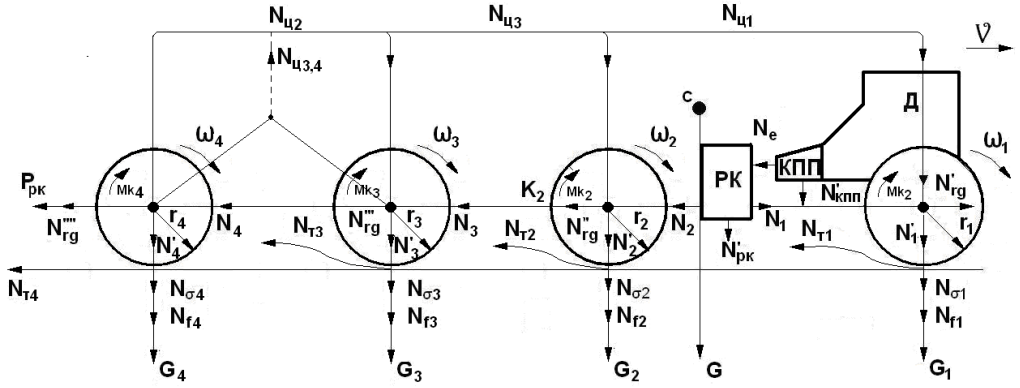
$N_Ц$ – циркулирующая мощность между задним и передним мостами; $N_{Ц2}$ – циркулирующая мощность между задней тележкой и передним мостом; $N_{Ц2,3}$ – циркулирующая мощность в системе ведущая тележка – машина; N_{T1} – мощность, подведенная от оси 1 к раме машины; N_{T2} – мощность, подведенная к раме машины и заднему мосту; N_{T3} – мощность отведенная от оси 3 на движение машины; 1, 2, 3 – воображаемые оси ведущих мостов; M_{k1}, M_{k2}, M_{k3} – крутящий момент, подводимый к колесам; N_e – мощность, подводимая от двигателя; $N'_{кпп}$, $N'_{рк}$ – потери мощности в КПП и РК; N'_{rg}, N''_{rg}, N'''_{rg}, – потери на трение в дифференциалах мостов; N_1, N_2, N_3 – мощность, подведенная к ведущим мостам; N'_1, N'_2, N'_3 – потери на трение в подшипниках мостов; $N_{б1}$, $N_{б2}$, $N_{б3}$ – потери на буксование колесного движителя; N_{f1}, N_{f2}, N_{f3} – потери на сопротивление качению; ω_1, ω_2, ω_3 – угловые скорости колес; c – центр масс автомобиля; G_1, G_2, G_3 – нагрузки действующие на колеса; r_1, r_2, r_3 – радиусы колес; $P_{кр}$ – сила тяги на крюке; G – вес автомобиля

Рисунок 2 – Схема распределения мощности в трансмиссии

При движении многоосной полноприводной (рисунок 3) реакции опорной поверхности и динамические нагрузки на ходовую часть оказывают негативное влияние на физические процессы, происходящие в его трансмиссии.

В результате действия различных по величине реакций ОП на ведущие колеса как между колесами, так и между осями будет возникать кинематическое рассогласование. Перераспределение реакций между колесами одного моста будет происходить в меньших пределах, поэтому межколесное рассогласование будет меньше, чем межосевое[3].

Разность реакций ОП на смежных осях будет проявляться как кинематическое рассогласование и в случае блокированного привода будет влиять на изменение крутящего момента в обратно пропорциональной зависимости. А при поворотах на деформируемой ОП к передним управляемым мостам будет подводиться меньший по величине крутящий момент, и произойдет перегрузка задних ведущих мостов. При прямолинейном движении по твердой ОП происходит перегрузка передних управляемых мостов, по сравнению с задней тележкой, в результате чего в трансмиссии возникает явление циркуляции мощности. Таким образом, при наличии суммарного кинематического рассогласования по осям, подведенного к мостам крутящего момента, различных по величине реакции опорной поверхности, внешних сопротивлений движению многоосной машины, в ее трансмиссии возникает циркулирующая мощность.



$N_{Ц1}$ – циркулирующая мощность между передним и вторым проходным мостом; $N_{Ц2}$ – циркулирующая мощность в системе балансирной тележки; $N_{Ц3}$ – циркулирующая мощность между балансирной тележкой и вторым проходным мостом; $N_{Т1}$ – мощность, подведенная от оси 1 к раме машины и РК; $N_{Т2}$ – мощность, подведенная от оси 2 к раме машины и оси 3; $N_{Т3}$ – мощность, подведенная от оси 3 к раме машины и оси 4; $N_{Т4}$ – мощность отведенная от оси 4 на движение машины; 1, 2, 3, 4 – воображаемые оси ведущих мостов; $N_{Ц\,3,\,4}$ – циркулирующая мощность в системе ведущая тележка - машина

Рисунок 3 – Схема распределения мощности в трансмиссии

Также в трансмиссии многоосной полноприводной машины происходит неодинаковое распределение моментов по ведущим колесам, в результате одного колесо будет перегружено, а другое недогружено. Все это будет отрицательно сказываться на его тяговой динамике, снижать проходимость, топливную экономичность, надежность и долговечность работы трансмиссии и всей машины в целом.

При наличии раздаточной коробки с блокированным приводом включение переднего моста вызывает при движении особенно на поворотах и по неровной дороге появление циркулирующей мощности. По этой причине передний мост включают только на скользких дорогах и при преодолении труднопроходимых участков. Во всех остальных случаях, то есть основную часть времени, автомобиль с блокированной раздаточной коробкой вынужденно используется как неполноприводной. При этом утрачиваются преимущества полноприводного автомобиля: возможность получения большей силы тяги по сцеплению за счет реализации всей массы автомобиля в качестве сцепной; равномерное нагружение крутящими моментами приводов всех мостов и как следствие равномерный износ агрегатов трансмиссии и шин; более высокая устойчивость автомобиля[7]. Данная проблема является актуальной и требует дополнительного исследования и изучения.

Список литературы

1. Антонов А.С. Армейские автомобили. Теория. М.: Воениздат, 1970. – 523 с.

2. Савочкин А.В. Тяговая динамика колесного трактора. - М.: МАМИ, 2005. 97 с.

3. Аксенов П.В. Многоосные автомобили. М.: Машиностроение, 1989. – 278 с.

4. Петрушов В.А. Сопротивление качению автомобиля и автопоездов. М.: Машиностроение, 197. – 225 с.

5. Левин И.А. К вопросу о циркуляции мощности в трансмиссии многоприводного автомобиля. М.: Автотрансиздат, 1954. – 128 с.

6. Чудаков Е.А. Циркуляция паразитной мощности в механизмах бездифференциального автомобиля. ГНТИ Машиностроительной литературы. М.: 1950. – 72 с.

7. Васильченков В.Ф., Веденеев А.И., Горячев В.А., Жолнин А.О., Журихин Ю.И., Савченко В.А., Ширяев П.П. Военные автомобили. Конструкция и расчет. Рыбинск: издание ОАО «РДП», 1997. – 664 с.

УДК 621.878

Сокол П.А., Гудков В.В., Малкин А.И.

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОТЕРЬ ТЯГОВОЙ МОЩНОСТИ В БЛОКИРОВАННОМ БАЛАНСИРНОМ КОЛЕСНОМ ДВИЖИТЕЛЕ ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В данной статье рассмотрен порядок распределения тяговой мощности в блокированном балансирном колесном движителе и проведен анализ ее потерь при выполнении операций технологического цикла землеройно-транспортными машинами.

Ключевые слова: циркуляция, сопротивление, движение, балансирная передача, мощность.

Abstract. The following article contains information about the order of power and moments distribution in the blocked balance wheel drive and the analysis of capacity loss during the technological cycle of operating performance of the earthmovers.

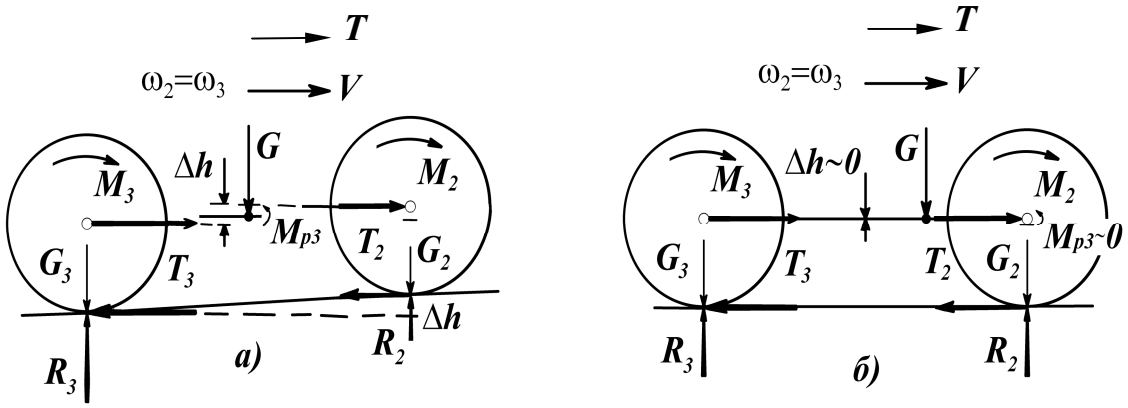
Keywords: circulation, resistance, movement, balance drive, power.

Рабочий процесс землеройно-транспортных машин (ЗТМ), к которым относятся автогрейдеры, включает в себя два режима движения: тяговый (рабочий) и транспортный. На тяговом режиме они работают при резании и перемещении грунта, а в процессе выполнения операций технологического цикла. Его отличительной особенностью является наличие высоких и изменяющихся сопротивлений, для преодоления которых нужна большая сила тяги, малые скорости движения наряду с тяжелыми грунтовыми и дорожными условиями, при которых постоянно меняются значения вертикальных реакций опорной поверхности, действующих на ведущие колеса. Продолжительность тягового режима для автогрейдеров составляет 75-80 % от общего времени работы[3]. Для транспортного режима характерны средние скорости движения и малые тяговые усилия, так как он используется в основном при переезде с одного объекта на другой, либо при движении по участку работ с поднятым отвалом. Поэтому, для учета возникающих внешних сил и реакций, оказывающих сопротивление движению и воздействующих на блокированный балансирный колесный движитель (ББКД) автогрейдера необходимо произвести расчет силовой установки автогрейдера и определить усилия, возникающие в элементах конструкции для расчета их на прочность[2].

При выполнении операций технологического цикла ведущие колеса балансира, при наличии жесткой связи, имеют неодинаковый характер движения, так как второе (заднее) колесо балансира двигается по

проложенной передним колесом колее. Также имеет место неодинаковое их нагружение, при одновременном действии разных по величине вертикальных и горизонтальных реакций опорной поверхности. В результате переднее ведущее колесо балансира поднимается, и балансир поворачивается относительно точки качания в сторону, противоположную приложенному (подводимому) крутящему моменту (рисунок 1). Колеса балансирного привода начнут создавать силу тяги, что приведет к перераспределению вертикальных реакций опорной поверхности между ведущими колесами левого и правого бортов, изменению силового радиуса пневматических шин и изменению моментов по ведущим валам балансира, что способствует появлению явления циркулирующей мощности. В свою очередь, величина циркулирующей мощности будет возрастать с увеличением силы сопротивления качению автогрейдера, величин вертикальных реакций на ведущих колесах, разности в их радиусах и суммарной силы тяги, и может привести к потерям до 30 % от номинальной мощности двигателя.

При движении ББКД в ведущем режиме всегда возникают оба эффекта вне зависимости от конструктивного исполнения привода балансира. При этом циркулирующая мощность будет меняться и всегда забирать полезную мощность от двигателя.

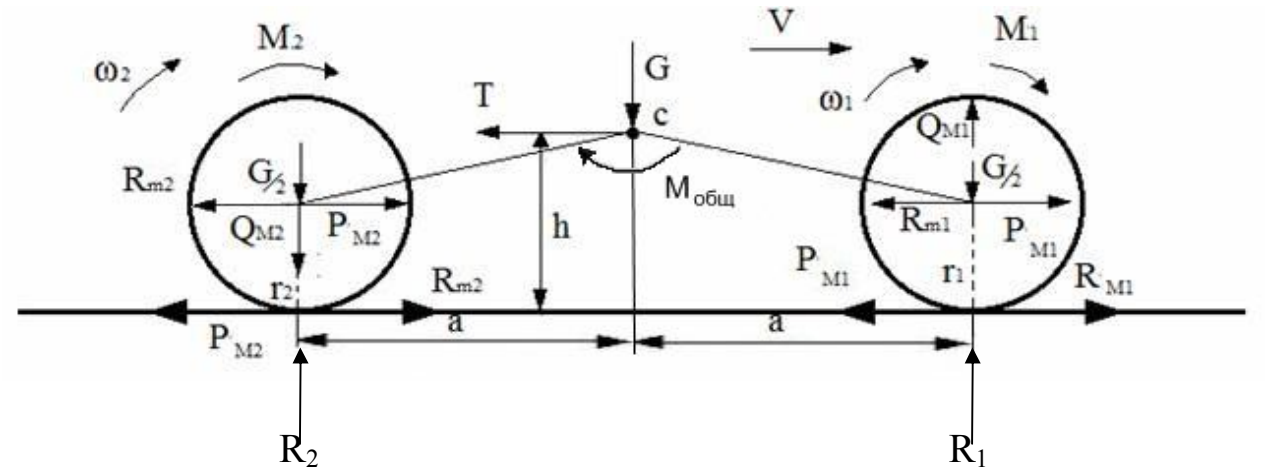


а) симметричный балансирный колесный движитель; б) балансирный движитель со смещенной точкой качания балансира

Рисунок 1 – Схема тяговых показателей ББКД

При прямолинейном движении автогрейдера на тяговом режиме, ведущие колеса балансира вращаются с одинаковой по величине окружными скоростями, в то время как их ведущие колеса двигаются относительно опорной поверхности с разной скоростью. В результате происходит выравнивание скоростей поступательного движения ведущих колес за счет того, что одно колесо буксует, а второе движется с юзом. Из-за этого происходит перераспределение вертикальной нагрузки на ведущих колесах, их силовые радиусы и крутящие моменты по ведущим

валам балансира изменяются, что ведет к кинематическому рассогласованию и появлению в замкнутой системе ББКД – опорная поверхность циркулирующей мощности, которая рассеивается в области контакта в процессе буксования – юзе колес. Максимальная сила тяги автогрейдера на тяговом режиме работы ограничивается угловыми противодействиями ведущих колес при рассогласовании процессов проскальзывания в области контакта из-за перераспределения горизонтальных и вертикальных реакций опорной поверхности на ведущих колесах ББКД (рисунок 2).



a – расстояние от оси колес до точки качания балансира; h – расстояние от точки качания балансира до опорной поверхности; M_1, M_2 – подводимый к колесам крутящий момент; ω_1, ω_2 – угловая скорость ведущих колес; G – вес, приходящийся на балансиры; G/2 – вес, приходящийся на ведущие колеса; r_1, r_2 – радиусы ведущих колес; P_{M1}, P_{M2} – силы, эквивалентные подводимым моментам; Q_{M1} – поднимающая сила; Q_{M2} – прижимающая сила; C – точка подвеса балансира; T – сила тяги; R_{m1}, R_{m2} – реакции опорной поверхности на силы P_{M1} P_{M2}; R_1, R_2 – вертикальные реакции опорной поверхности

Рисунок 2 – Схема сил, действующих на ББКД на тяговом режиме

Величины перераспределяются в вертикальных и горизонтальных сил и, соответственно, мощности могут быть получены по формулам[4]:

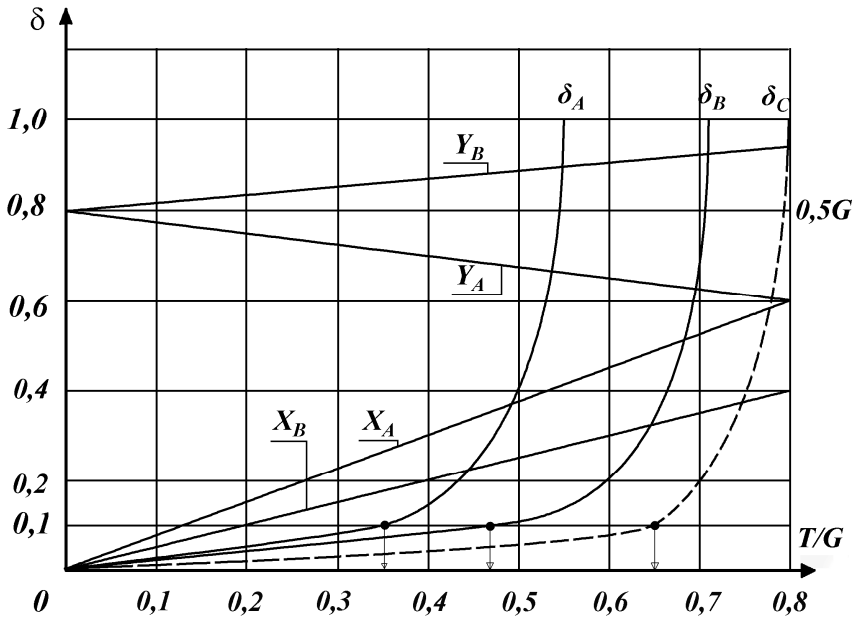
$$X_A = \frac{3}{2}G\frac{a_1}{h+l}\cdot\frac{a_2}{a_1+a_2}+\frac{T}{2}-\frac{3}{2}\frac{M}{h-m}; \quad (1)$$

$$X_B = \frac{3}{2}G\frac{a_1}{h+l}\cdot\frac{a_2}{a_1+a_2}+\frac{T}{2}-\frac{3}{2}\frac{M}{h-m}; \quad (2)$$

$$Y_A = G\frac{a_2}{a_1+a_2}+T\frac{h+l}{a_1+a_2}-\frac{M}{a_1+a_2}; \quad (3)$$

$$Y_B = G\frac{a_2}{a_1+a_2}+T\frac{h+l}{a_1+a_2}-\frac{M}{a_1+a_2}, \quad (4)$$

где X_A, X_B – горизонтальные реакции; Y_A, Y_B – вертикальные реакции; G – нагрузка на балансир; a_1, a_2 – плечи балансира; T – сила тяги; M – крутящий момент; h – расстояние от ОП до точки качения балансира; m – эксцентриситет от точки качения до приложения момента M; l – эксцентриситет от точки качания до линии действия силы T



X_A и X_B – горизонтальные реакции опорной поверхности;
Y_A, Y_B – вертикальные реакции опорной поверхности; δ_A – буксование переднего колеса балансира симметричного ББКД; δ_B – буксование заднего колеса балансира симметричного ББКД; δ_B – буксование несимметричного ББКД

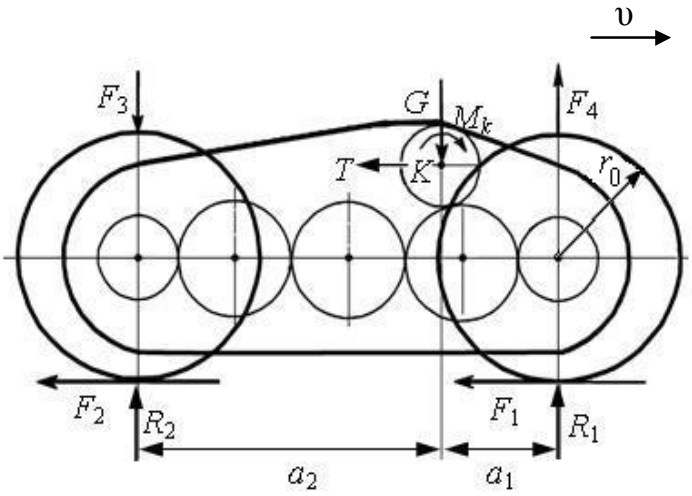
Рисунок 2 – Зависимость вертикальных и горизонтальных реакций на валах балансира и величина буксования ведущих колес от нагрузки

Поскольку $\omega_1 = \omega_2$ величины горизонтальных реакций в основном и будет определять величину мощности на каждом колесе балансира. Вертикальные реакции Y создадут изменение радиусов качения колес и для переднего колеса балансира создадут буксование, второе колесо окажется более загруженным, но создать силу тяги большей величины после срыва в буксовании переднего колеса не сможет. А, т.к. радиус ведущих колес будет зависеть от величины Y_A опорной поверхности, заднее колесо будет работать как тормозящее.

Циркулирующая мощность будет рассеиваться в буксовании колёс, а её величина будет определяться горизонтальными силами δ_A и разность радиусов качения каждого колеса.

Для компенсации перераспределения сил и моментов может быть использован способ, реализованный в патенте РФ на изобретение[3]. При этом выравнивание сил и моментов по ведущим колесам приведет к созданию условий для проскальзывания, следовательно, оба колеса ББКД будут загружены примерно одинаково и начнут буксовать в одинаковых условиях (рисунок 3). Поскольку энергия отбирается от силового двигателя, то снижение потерь мощности на ее циркуляцию позволит увеличить тяговые показатели автогрейдера.

Анализируя полученные результаты, был сделан вывод, что при изменении расстояния между точкой качания балансира и валами ведущих колес (неравенстве плеч качания a_1 и a_2) можно компенсировать действие реактивных сил, стремящихся развернуть балансир вокруг точки качания в направлении, противоположном приложенному крутящему моменту. Это позволит снизить потери на циркуляцию мощности и увеличить тяговые показатели автогрейдера до 30 %. Конструктивное исполнение ББКД со смещенной точкой качания показано на рисунке 4.



F_1, F_2 – силы тяги, развиваемые ведущими колесами; F_3, F_4 – силы, разворачивающие балансир вокруг точки качания; G – вес, приходящийся на балансирный движитель; K – точка качания балансира; M_k – подведенный к балансирному движителю крутящий момент; a_1, a_2 – расстояния от ведущих осей до точки качания балансира; R_1, R_2 – вертикальные реакции ОП; T – сила тяги, развиваемая автогрейдером; r_0 – свободный радиус ведущих колес

Рисунок 4 – Схема ББКД со смещенной точкой качания

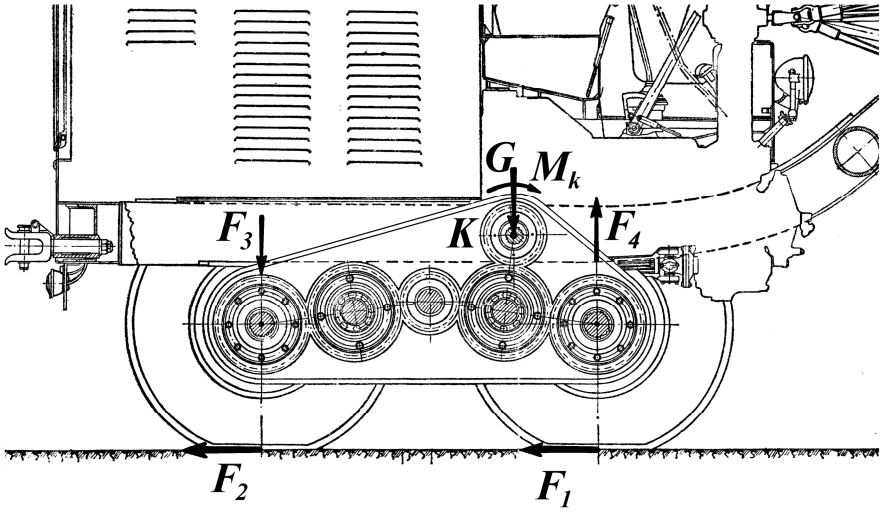


Рисунок 5 – Общий вид ББКД со смещенной точкой качания

На основании результатов, полученных в ходе аналитических расчетов, были построены графики затрат времени на выполнение операции (рисунок 6) и тяговых показателей (рисунок 7) для действительных параметров автогрейдера ДЗ-122 со штатным симметричным (рисунок 1) и предлагаемым усовершенствованным несимметричным (рисунок 5) ББКД с рациональными параметрами, способствующими увеличению тяговой мощности. Из анализа графика можно сделать вывод, что мощность двигателя (N_e = 100 кВт) практически полностью реализуется в виде тяговой мощности в точке A' (N_T = 80 кВт), а ее потери из-за возникновения циркулирующей мощности в замкнутом контуре (балансирный привод – опорная поверхность) минимальны ($N_Ц$ = 14 кВт).

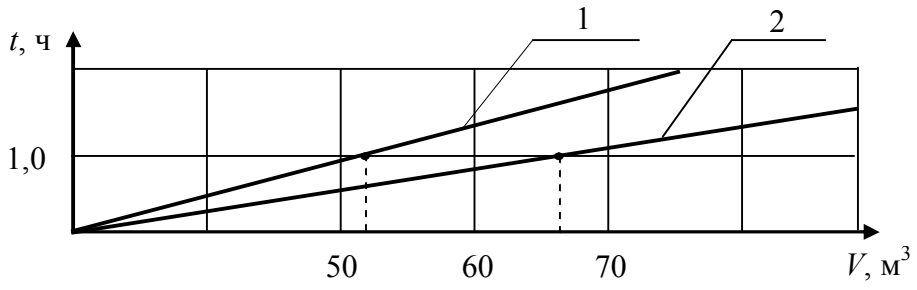
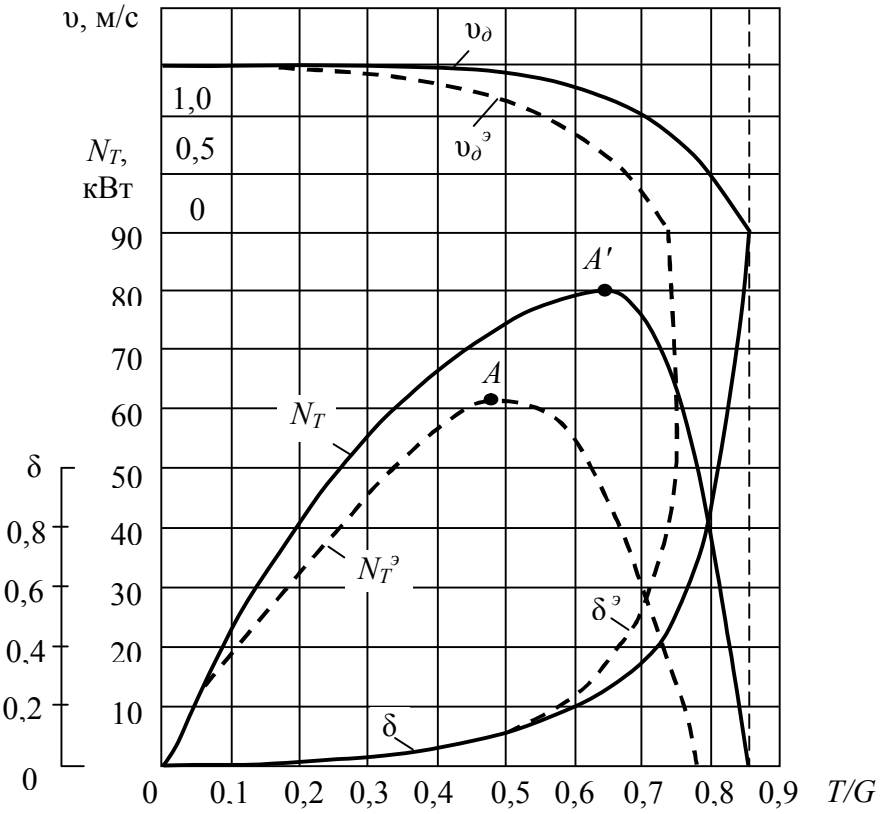


Рисунок 6 – Затраты времени на выполнение технологических операций



точка А – величина максимальной тяговой мощности, развиваемая колесным движителем:

——— – с несимметричным ББКД (теоретическая),

– – – – – – с симметричным ББКД (реальная)

Рисунок 7 – Тяговые показатели автогрейдера ДЗ-122

Таким образом, смещая точку качания балансира, можно получить величину одинаковой тяговой мощности, развиваемой ведущими колесами и компенсировать действие циркулирующей мощности. Увеличение тяговой мощности позволит увеличить рабочую скорость и производительность автогрейдера за счет снижения затрат времени на выполнение технологических операций (рисунок 7).

Список литературы

1. Патент РФ на изобретение № 2563468

2. Севров К.П., Горячко Б.В., Покровский А.А. Автогрейдеры М., Машиностроение , 1970. – 192 с.

3. Ульянов Н.А., Ронинсон Э.Г., Соловьев В.Г. Самоходные колесные землеройно-транспортные машины. М., Машиностроение 1976. – 359 с.

4. Гудков В.В., Сокол П.А., Ляпич Е.Н. Колесные движители. Балансирные приводы: Монография. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2014. – 111 с.

УДК 629.3.065

Стародубцев Д.А., Логойда В.С., Ломовских А.Е., Рачинский О.В.

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТОПЛИВА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ ПАЗ-32053-70

ВУНЦ ВВС «ВВА им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В статье рассматривается способ повышения качества топлива для двигателей городских автобусов ПАЗ-32053-70, заключающийся в очистке стандартного топлива залитого в их бак путем перемешивания его с водой, последующего разделения полученной смеси на две фракции в дополнительной емкости (легкую – очищенное и улучшенное углеводородное топливо, тяжелую – (продуктов очистки) избыточную воду с негативными тяжелыми фракциями углеводородов) и утилизацией продуктов очистки в камере сгорания двигателя, без последствий для окружающей среды и самого двигателя.

Ключевые слова: Микровзрыв капли, горение капли углеводородного топлива, самовоспламенение и горение капель водно-топливных эмульсий, период термического расширения, модель роста парового пузырька.

Abstract: The article discusses a method of improving the quality of fuel for internal combustion engines of buses PAZ-32053-70 consisting of scrubbing standard fuel poured into their tank by mixing it with water, and subsequent separation of the mixture into two fractions in an additional capacity (easy – cleaned and improved hydrocarbon fuel, heavy (cleaning products) excess water with a negative heavy fractions of hydrocarbons) and the disposal of cleaning products in the combustion chamber of the engine, without consequences for the environment and the engine.

Keywords: The explosion drops the burning drops of hydrocarbon fuel Autoignition and combustion of droplets of water-fuel emulsions, the period of thermal expansion, the model of growth of a vapor bubble.

В настоящий момент основной процент от всего количества городских автобусов составляют бензиновые двигатели внутреннего сгорания (ДВС), которые не отвечают экологическим требованиям по выбросу вредных веществ (особенно двигатели городских автобусов ПАЗ-32053-70, у которых этот показатель завышен в несколько раз), что в черте города просто не допустимо.

Выходом из создавшейся ситуации является получение и применение высококачественного топлива для маршрутных городских автобусов ПАЗ-32053-70.

Некоторые нефтяные компании работают над этой проблемой, но на сегодняшний момент в России большая часть нефтеперерабатывающих заводов только переоборудуется, и поэтому производимое топливо пока еще не соответствует по качеству современным Европейским стандартам,

кроме наверное компании «Лукойл», но стоимость такого бензина намного выше.

Возможным решением данных проблем для автомобилестроения стало:

- разработка и применение электромобилей;
- разработка и применение гибридных транспортных средств, стоимость которых пока еще высока, что тормозит их внедрение в городской транспорт;
- двигателей, работающих на альтернативных видах топлива, внедрение также не повсеместно из-за того, что переоборудование на газ требует дополнительных вложений, и газ не безопасен для городских условий;
- различных механических, электрических и магнитных устройств улучшающих качество топлива, которые пока еще не завоевали рынок;
- различных способов повышения качества топлива (путем изменения его структуры, перевода тяжелых углеводородных фракций в более легкие, добавление в углеводородное топливо воды, с целью получения водно-топливных эмульсий и др.).

На сегодняшний момент во многих странах (Франция, Китай и др.) применяется более дешевый способ обработки углеводородного топлива применяемый в качестве стационарной установки [1].

Сущность предлагаемого способа проясняется рисунком 1 и состоит в том, что топливо подается из бака емкости, затем происходит перемешивание топлива с водой, диспергирование и гомогенизация водно-топливной смеси в роторном перемешивающем аппарате, после чего полученная смесь перекачивается в бак-отстойник, где происходит её разделение, и последующая подача очищенного топлива к потребителю с утилизацией продуктов очистки (смеси избыточной воды и тяжелых, негативных фракции топлива, образующихся на дне бака-отстойника), путем слива в канализацию.

Данный способ, представленный на рисунке 1, можно использовать в промышленных масштабах в качестве стационарной установки, например на автозаправочных станциях для очистки стандартного топлива. При этом способе, смесь избыточной воды и тяжелых фракций топлива, то есть продуктов очистки просто будет сливаться в канализацию, что просто не допустимо.

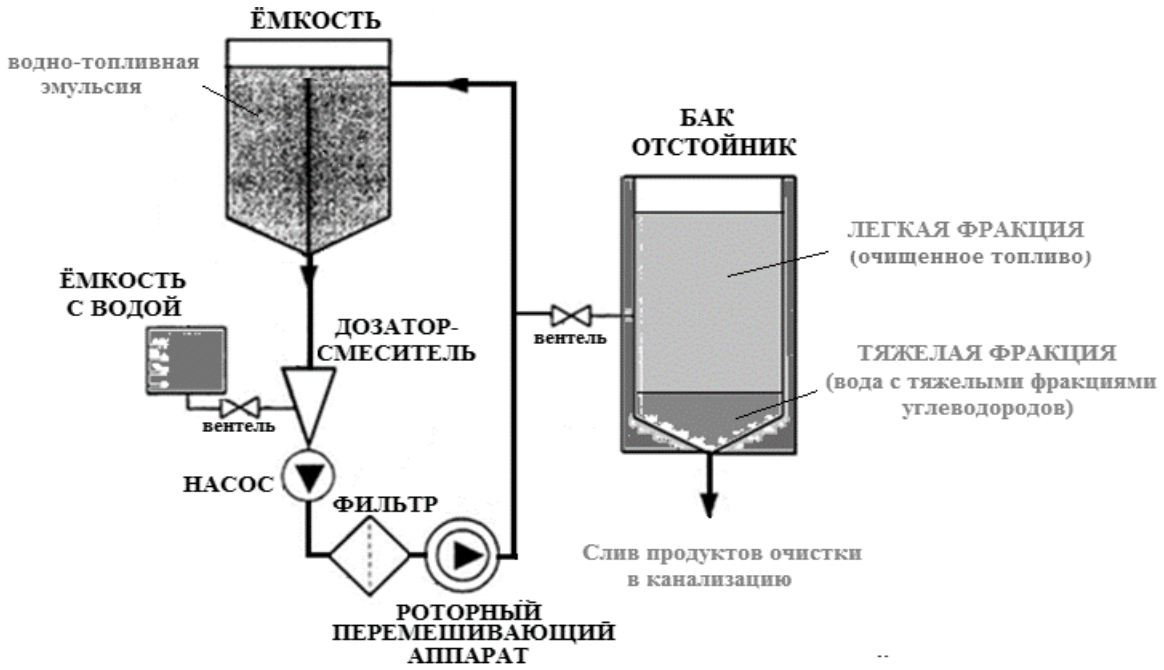


Рисунок 1 – Стационарная установка для реализации способ перемешивания углеводородного топлива с водой

В связи с этим был запатентован [2] новый способ повышения качества моторного топлива для ДВС, который может быть реализован на всех типах ДВС и непосредственно на городском автобусе ПАЗ-32053-70 и поясняется рисунком 2.

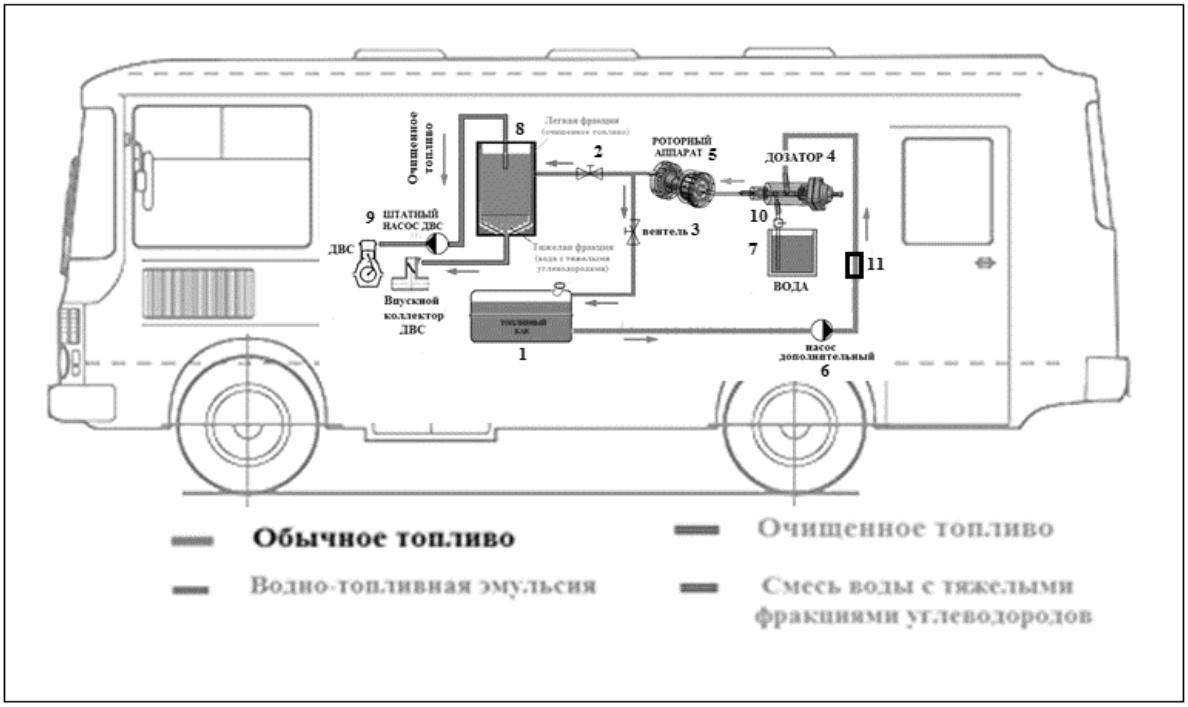


Рисунок 2 – Схема компоновки устройств на автобусе ПАЗ-32053-70

Устройства, реализующие данный способ, работают следующим образом. Исходное топливо из топливного бака 1 через заборник при открытом вентиле 3 перекачивается дополнительным насосом 6 на вход предварительного смесителя дозатора 4, где смешивается с водой, подводимой к смесителю из расходной ёмкости для воды 7 через вентиль 10. Требуемое процентное содержание воды обеспечивается конструкцией предварительного смесителя и может также регулироваться вентилем 10. Транспортировка топливной смеси осуществляется также дополнительным насосом 6, который через фильтр 11 подает её на вход роторного аппарата (РА) 5. Из роторного аппарата мелкодисперсная гомогенизированная ВТЭ через вентиль 3 возвращается в топливный бак 1 для повторной обработки. После опорожнения водяной ёмкости 7 вентиль 10 закрывают и продолжают циркуляционную гидроакустическую обработку топливной смеси, пока весь объем топливной смеси не пройдет через РА несколько раз. Затем вентиль 3 закрывают, открывают вентиль 2 (следует отметить, что вентили представляют собой электромагнитные клапаны, которые управляются электронным блоком управления установленном в салоне автобуса) и перекачивают обработанную водно-топливную смесь в бак-отстойник 8, в котором под действием силы тяжести эмульсия разделяется на две фракции: легкую – очищенное и улучшенное углеводородное топливо, тяжелую – (продуктов очистки) избыточную воду с негативными тяжелыми фракциями углеводородов, выделяющуюся из легкой фракции.

После разделения смеси в баке-отстойнике 8 осуществляется забор с верхней части емкости очищенного и улучшенного топлива штатным топливным насосом 9 в систему питания ДВС. Отслоившаяся смесь избыточной воды с тяжелыми фракциями углеводородов, образуется на дне бака отстойника 8 (имеющего для этих целей коническое дно), сбрасывается (через трубку и регулировочный жиклер) во впускной коллектор ДВС и далее сжигается (при такте «рабочий ход») в камере сгорания двигателя.

Данная смесь (продуктов очистки) представляет собой капельки водно-топливной эмульсии (ВТЭ), в которой капельки воды снаружи обволакиваются негативными, тяжелыми фракциями углеводородов, имеющими черный цвет. Данная ВТЭ засасывается во впускной коллектор ДВС автоматически за счет образующегося в нем разряжения (вакуума), после чего при такте «впуск» и открытом впускном клапане эта смесь поступает в камеру сгорания цилиндров двигателя. Анализ процесса сгорания в двигателе показывает, что находящиеся в обычном топливе тяжелые фракции углеводородов при такте «рабочий ход» полностью не сгорают, в связи с чем образуют на стенках цилиндра двигателя, днище

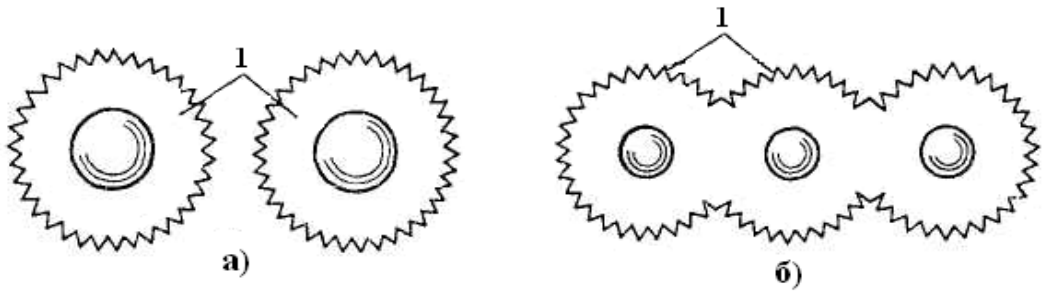
поршня, седлах и тарелках клапанов смолянистые отложения, которые со временем нарастают в виде твердого нагара на деталях.

Следует отметить, что 1 мм нагара увеличивает нагрев детали на 30 ^{0}C, в результате чего деталь сильнее расширяется и интенсивнее изнашивается. Анализ эксплуатации ДВС городских автобусов показывает, что так как они эксплуатируются в тяжелых городских условиях, когда при движении («газ-тормоз») от остановки к остановки расстояние не значительное и автобус в основном разгоняется только до третей передачи. Поэтому обороты и режимы работы двигателя постоянно меняются, что негативно сказывается на процессе образования горючей смеси в цилиндрах двигателя и приводит к усиленному образованию нагара. В результате чего при пробеге автобуса ПАЗ-32053-70 более 100 тыс км пробега нагар уже составляет около 3 мм, что сразу увеличивает нагрев деталей (поршня, поршневых колец, гильзы цилиндра, клапанов) почти на 100 ^{0}C и соответственно увеличивает их износ в 3 раза. Чтобы этого избежать необходимо автобус снимать с маршрута и производить полную разборку двигателя, с целью очистки всех деталей от нагара. Данная процедура очень трудоемкая, требует больших вложений денежных средств и длительного вывода автобуса из эксплуатации.

Поэтому предлагаемый способ повышения качества моторного топлива для ДВС городских автобусов позволит без снятия его с маршрута произвести очистку деталей от нагара. Дальнейшее использование устройств, реализующих данный способ в системе питания ДВС, также позволит избежать появление нагара в цилиндрах двигателя. Очистка нагара обеспечивается путем работы двигателя с подачей ВТЭ, состоящей из продуктов очистки (избыточной воды с негативными тяжелыми фракциями углеводородов) за счет разности температур кипения воды и топлива. Этот эффект обусловлен происходящим при такте «сжатие» (Т = 300…500 ^{0}C) мгновенным вскипанием внутренней части капли ВТЭ, состоящей из воды, приводящий к её «микровзрыву». Возникший «микровзрыв» дробит наружную оболочку частиц ВТЭ состоящих из тяжелых, негативно влияющих на процесс сгорания фракций углеводородного топлива, находящихся ещё в жидком состоянии. При этом происходит вторичное распыление и дробление тяжелых фракций топлива, что способствует гомогенизации заряда, интенсификации смешивания воздуха, топлива и повышению полноты сгорания топливной смеси. Это и определяет возможность улучшения эксплуатационных и экологических показателей ДВС при его работе на очищенном топливе с добавлением ВТЭ, образующейся на дне бака-отстойника и сбрасываемой во впускной коллектор двигателя.

Данный способ в отличие от существующих позволяет очистить стандартное топливо, залитое в бак транспортного средства, а самое главное произвести сброс продуктов очистки, т.е. смеси избыточной воды и тяжелых, негативных фракций топлива в камеру сгорания двигателя без последующего загрязнения окружающей среды. При этом не образуются негативные последствия для деталей ДВС, контактирующих с горючими газами, так как на них не образуются смолянистые отложения в виде нагара. Также при таком способе можно использовать воду, которая уже использовалась для очистки топлива (например на стационарной установке).

Следует также отметить, что вода, попадая в камеру сгорания ДВС при температуре ($T \geq 100\ ^0C$) превращается в пар, который, хаотично двигаясь, способствует равномерному распределению рабочей смеси по объёму камеры сгорания. Капли ВТЭ имеющие меньший размер, чем капели обычного топлива в камере сгорания ДВС распределены равномернее. Вследствие чего сокращается расстояние между поверхностью капли и окружающей её зоной пламени. При таких малых расстояниях между каплями (рисунок 3), меньших ширины зоны ламинарного фронта пламени, сферы диффузного пламени, окружающие капли сливаются, образуя общий фронт пламени, в котором условия теплопередачи значительно возрастают. Таким образом улучшается полнота сгорания, интенсивность сгорания при одном и том же количестве топлива в цилиндрах двигателя.



1 – зона пламени капли
а) крупных (обычного топлива) б) мелких (ВТЭ)
Рисунок 3 – Схема горения группы капель

В ходе исследований проведенных в было установлено, что вода является балластной добавкой, снижающей цикловые давления и температуры в камере сгорания ДВС. Однако в условиях камеры сгорания при совершении такта «рабочий ход» наряду с физическим воздействием возможно проявление химической активности, которое заключается в

протекании химической реакции между парами воды (H_2O) и углеводородного топлива (C_mH_n) при высоких температурах:

$$C_m H_n + m H_2O + Q = mCO + () H_2. \quad (1)$$

В результате реакции конверсии топлива с водяным паром образуется окись углерода (CO) и водород (H_2). Химическая активность воды выражается также в газификации несгоревших остатков топлива, которые в присутствии паров воды взаимодействуют с последними при $T \geq 1000\ ^0C$.

Когда коэффициент избытка воздуха $\alpha>1$ (смесь бедная), то в соответствии с уравнением:

$$C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2, \quad (2)$$

Когда коэффициент избытка воздуха $\alpha<1$ (смесь богатая), то в соответствии с уравнением:

$$C + H_2O = CO + H_2. \quad (3)$$

Затраченное на процесс тепло частично компенсируется при горении образовавшегося H_2. Поэтому при добавке 10…20 % воды не происходит снижение мощности ДВС. Ввод воды также интенсифицирует процесс горения дожиганием CO за счет гидроксильного радикала OH. Отсюда следует, что для горения окиси углерода (особенно, когда коэффициент избытка воздуха $\alpha<1$) и перевода его в углекислый газ необходимо присутствие радикалов OH, то есть присутствие небольшого количества воды. Данное условие позволяет в значительной степени повысить экологические характеристики транспортных средств.

Представленная в статье разработка актуальна в области автомобилестроения для всех типов ДВС, расширяет класс обрабатываемого углеводородного топлива, снижает его себестоимость из-за улучшения физико-химических свойств стандартного топлива.

Список литературы

1. Поливаев О.И. Электронные системы управления бензиновых двигателей / Поливаев О.И., Костиков О.М., Веоринский О.С. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Агроинженерия». Москва: 2011. С. 65–74.

2. Патент №2498094 Российская Федерация МПК F02B 47/02, F02M 43/00, F02M 25/025./ Ломовских А.Е., Иванов В.П., Капустин Д.Е. и др.

Способ обработки углеводородного топлива для ДВС // Заявка №2011133257/06 опубл. 10.11.2013. 8 с.

УДК 629.357

Носов Е.В., Евтушок И.А., Плахотин А.А., Ф.И. Косо – Оглы

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОУПРАВЛЯЕМОГО СРЕДСТВА БУКСИРОВКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА АЭРОДРОМАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВИАЦИИ

«ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Аннотация. Разработана модель малогабаритного буксировщика с дистанционным радиоуправлением.

Ключевые слова: малогабаритный буксировщик, дистанционное управление.

Abstract: The developed model small tug with distortional remote control.

Keywords: Small tug, remote control.

В современных условиях жизнедеятельности человека применение авиации позволяет решать массу задач различного характера: от авиаперевозок до осуществления мониторинга и разнообразных исследований. Эксплуатация воздушных судов неразрывно связана с использованием средств наземного обслуживания общего применения, в состав которых входят средства для транспортирования воздушных судов (ВС). Многообразие типов летательных аппаратов приводит к необходимости использования тягачей-буксировщиков в сочленении с устройствами, обеспечивающими стыковку с передней стойкой шасси ВС – аэродромными водилами. При таком сочленении габаритные размеры буксировочной системы возрастают, что негативно сказывается на маневренности в условиях движения по местам стоянки аэродромов Государственной авиации и требует задействования дополнительного обслуживающего персонала для контроля подстыковки и перемещения в стесненных условиях. Кроме того, тяговые возможности буксировщика определяются его весовыми характеристиками и для транспортирования ВС с большим взлетным весом и в условиях снижения коэффициента сцепления с опорной поверхностью (например, зимой), часто приходится догружать тягач дополнительным балластным грузом, что неизбежно увеличивает расходы на эксплуатацию при холостых пробегах техники [1]. И это далеко не весь перечень недостатков, связанных с организацией транспортировки ВС. Перспективным направлением в развитии наземной буксировки является разработка малогабаритных средств механизации,

использующих для создания тягового усилия по сцеплению с опорной поверхностью вес ВС, приходящийся на переднюю стойку его шасси. Расширить функциональные возможности таких средств позволит дооборудование их дистанционным управлением [2].

Сотрудниками Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» ведется работа по разработке перспективного малогабаритного устройства для буксировки ВС с дистанционным управлением.

Первый этап – создание модели. Он заключается в эскизном моделировании. На данном этапе продумывается расположение узлов и агрегатов в предполагаемой модели, габаритные размеры и форма, с учетом компоновки основных узлов и агрегатов.

Второй этап моделирования – это разработка чертежей. Чертежи выполнены в программной среде КОМПАС-3D. В программе моделируется каркас и компоновка малогабаритного буксировщика на радиоуправлении. Подготавливаются 2D чертежи для моделирования объемной модели буксировщика. На чертежах выполняется предварительная компоновка. На рисунке 1 и 2 представлена компоновка малогабаритного буксировщика.

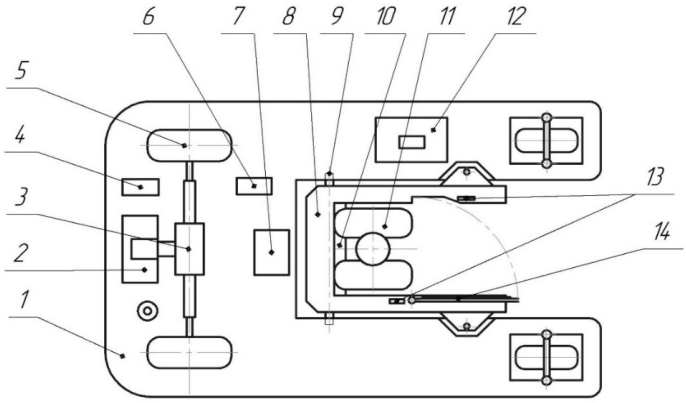


Рисунок 1 – Малогабаритный буксировщик (вид сверху)

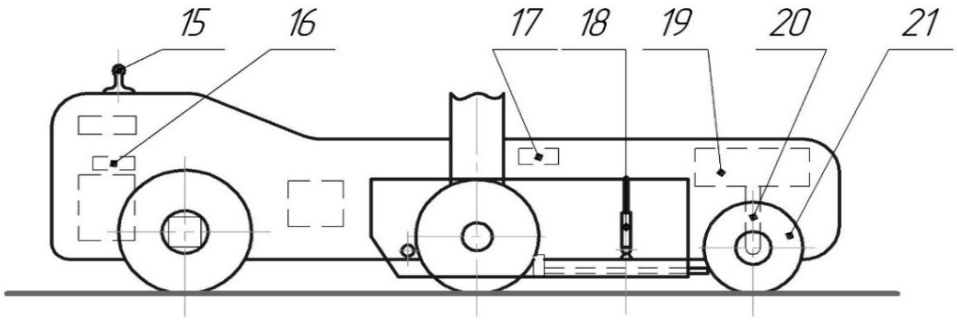


Рисунок 2 – Малогабаритный буксировщик (вид сбоку)

Малогабаритный буксировщик воздушных судов, с дистанционным управлением предназначенный для наземной буксировки воздушных судов содержит: несущую раму 1, силовой агрегат 2, трансмиссию 3, приемник сигнала 4, ведущие колёса 5, микроконтроллер управления 6, источник питания 7, рампу механизма подъёма и фиксации колес передней стойки воздушного судна 8, поворотную ось 9, упор для фиксации и центровки колес передней стойки воздушного судна 10, колеса передней стойки воздушного судна 11, гидравлический насос с распределителем 12, прижимные гидроцилиндры механизма фиксации колес передней стойки воздушного судна 13, фиксатор колес передней стойки воздушного судна 14, разъем резервного канала подключения кабеля к пульту управления буксировщиком 15, блок управления силовым агрегатом 16, блок управления гидрораспределителем 17, гидроцилиндры механизма подъема 18, сервопривод управляемых колес 19, вилку управляемых колес 20, управляемые колеса 21.

Третий этап непосредственно моделирование 3D модели буксировщика. На рисунках 3и 4 показана смоделированная несущая рама буксировщика и рампа механизма подъема шасси.

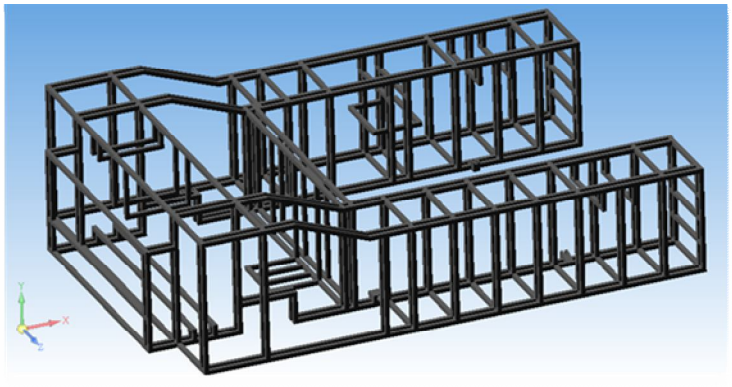


Рисунок 3 – Несущая рама

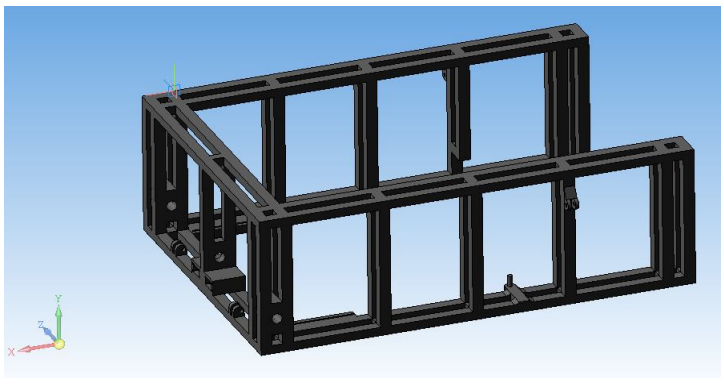


Рисунок 4 – Рампа механизма подъема шасси

Это основные силовые части буксировщика. Остальные элементы моделируем так же в программе КОМПАС – 3D.На рисунке 5показана модель малогабаритного буксировщика.

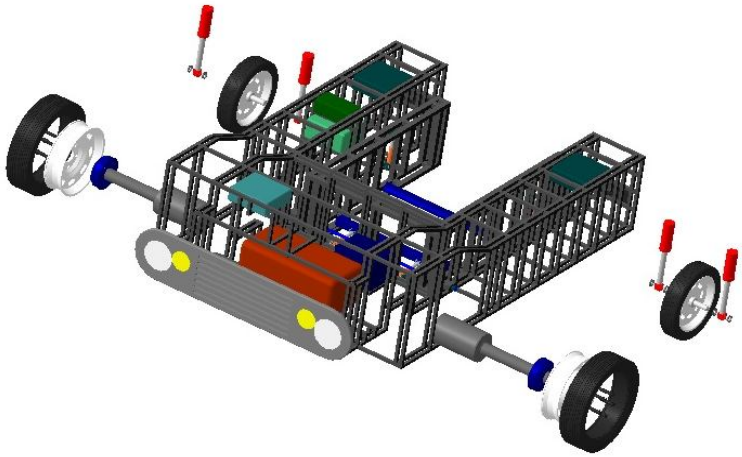


Рисунок 5 – Модель малогабаритного буксировщика

Несущая рама выполнена из профиля 30×30 мм. Материал профилей Ст4пс ГОСТ 380-2005.

Конструкция несущей рамы просчитывалась под воздействием нагрузок. На каркас действуют сосредоточенные силы, переходящие от рампы механизма подъема шасси. Подъемная рампа шасси выполнена из профиля 50×40 мм. Материал профилей Сталь 45 ГОСТ 1050-88. На рампу действует сила, переходящая от передней стойки шасси ВС. На рисунке 6 и 7 показано распределение силы и места закрепления.

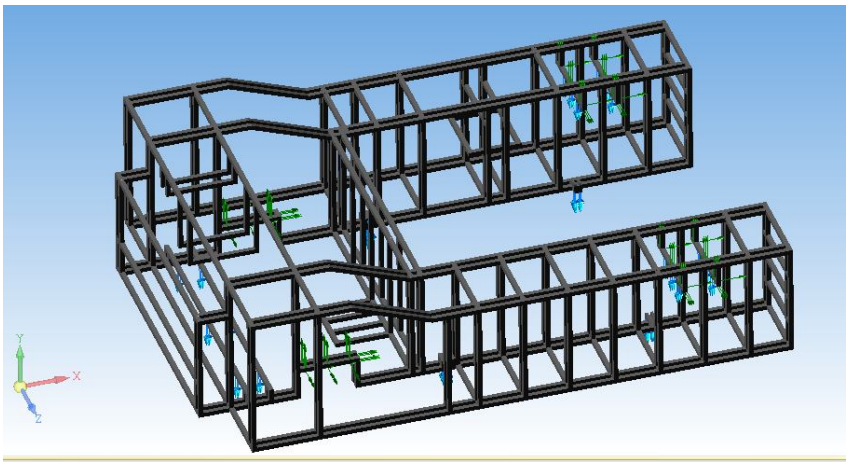


Рисунок 6 – Приложение сил и закрепление рамы

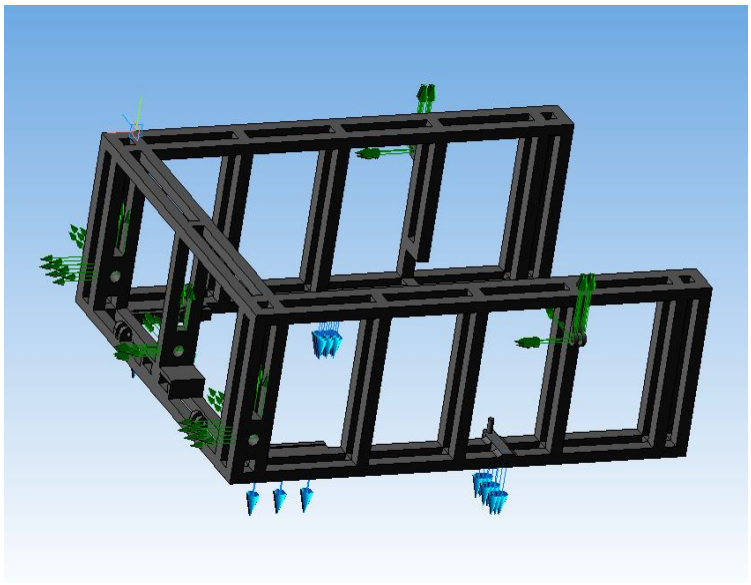


Рисунок 7 – Приложение сил и закрепление рампы подъема

Следующий этап моделирование конечно элементной сетки. Модель готова к расчету напряжений возникающих в конструкции. Пользуясь встроенными модулями программы КОМПАС 3Dпроводим расчет наиболее нагруженных элементов. Полученные результаты напряжений сравниваем с допустимыми напряжениями для каждого материала. Допустимые напряжения для материалов показаны в таблице 1. Запас прочности считается по формуле (1):

$$n = \frac{\sigma_{ДОП}}{\sigma_{РАС}} \qquad (1)$$

где: $\sigma_{доп}$ – допустимое напряжение для каждого материала, Н мм$^{-1}$,

$\sigma_{рас}$ – максимальное расчетное напряжение для каждого элемента конструкции, Н мм$^{-1}$.

Таблица 1 – Свойства материалов применяемые в конструкции рамы и рампы механизма подъема

Название	Материал	Критерий прочности	Допускаемое значение, МПа
Рама	Ст4пс	$\sigma \leq \sigma_{доп}$	420
Рампа подъема	Сталь 45	$\sigma \leq \sigma_{доп}$	560

На рисунке 8 и 9 показаны напряжения возникающие в раме и в рампе подъема шасси.

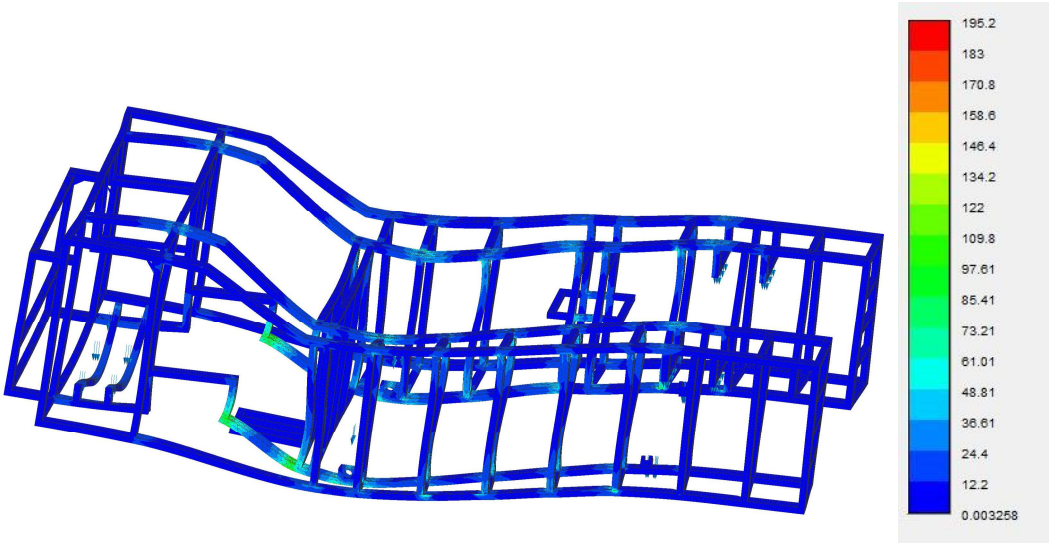


Рисунок 8– Напряжения возникающие в несущей раме

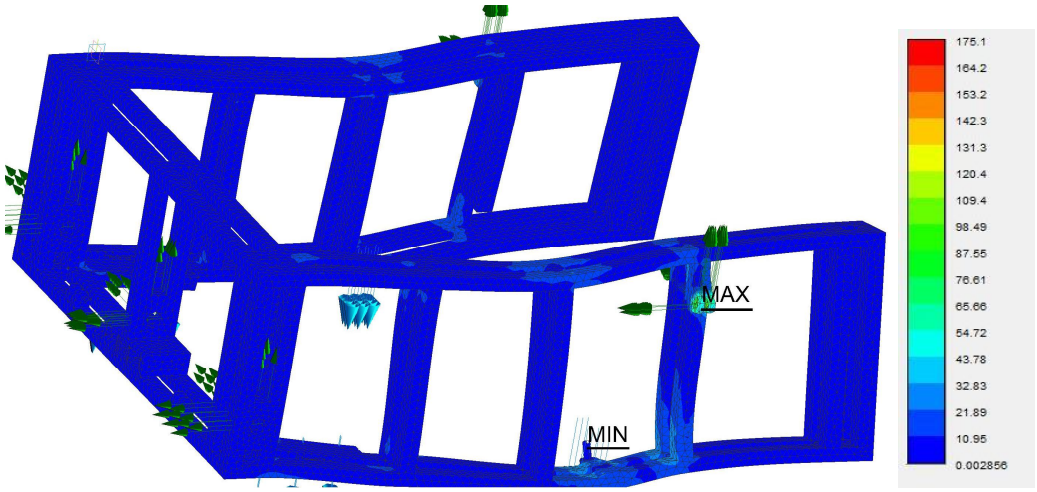


Рисунок 9 – Напряжения возникающие в рампе подъема шасси

Исходя из полученных результатов, рассчитываем запас прочности для несущей рамы и рампы подъема шасси по формуле (1).

$$n_{HP} = \frac{420}{195}$$

$$n_{HP} = 2{,}1$$

$$2{,}1 > 1$$

$$n_{P} = \frac{560}{175}$$

$$n_P = 3.2$$

$$3{,}2 > 1$$

Рассчитанный запас прочности должен быть больше n = 1. Сравниваем полученные ранее результаты с допустимыми. Исходя из полученных сравнений, делаем вывод, смоделированная конструкция удовлетворяет критериям прочности в полном объеме.

Моделирование в программной среде КОМПАС – 3 D, позволяет от эскиза перейти к моделированию сложных конструкций. Также произвести расчеты на прочность и сделать предварительное заключение о прочности конструкции.

Список литературы

1. Великанов А.В., Лиховидов Д.В., Германович А.С. Перспективный способ транспортирования воздушных судов. / Международный научно-исследовательский журнал, 2013, № 7(14) Ч.2. – С. 52–53.

2. Плахотин А.А. Носов Е.В., Химич А.В. Моделирование малогабаритного радиоуправляемого тягача для наземной буксировки воздушных судов / сборник статей по материалам докладов II Всероссийской научно-технической конференции (15-16 марта 2016 года). – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016. – С. 185–190.

УДК 656.087

Капустин В.П., Юзик В.М., Чернокоз А.Д., Князев С.И.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СРЕДСТВ ЭВАКУАЦИИ ДЛЯ ВЫТАСКИВАНИЯ ЗАСТРЯВШИХ АВТОМОБИЛЕЙ

Военный учебно-научный центр «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В статье проведен анализ применения специального оборудования средств эвакуации для подготовки и осуществления буксировки неисправной автомобильной техники по различным видам дорог.

Ключевые слова: средства эвакуации, сошники, средства для заглубления в грунт, автомобильная техника

Abstract. In the article the analysis of application of special means of evacuation for the preparation and implementation of the towing faulty car equipment on various types of roads.

Keywords: means of escape, openers, tools for penetration into the ground, automotive engineering

В ходе проведения различных работ на автомобильной технике в условиях бездорожья по прокладке газопроводов, либо оказания спасательных операций возникает проблема автотехнического обеспечения техники специального назначения [1], выполняющей различные задачи. Однако, вопрос поддержания средств эвакуации (СЭ) в исправном состоянии встает одновременно с поддержанием в исправном состоянии его спецоборудования.

СЭ для вытаскивания застрявших машин, представленное на рисунке 1, содержит раму 1, смонтированную на базовом шасси полноприводного автомобиля, надрамник 2, закрепленную на нем, телескопическую стрелу с тросом и лебедкой 3 и блок сошников 4, представляющих собой два сошника, состоящих из корпуса и выдвижной секции с упорами. Сошники, представленные на рисунке 2 шарнирно закреплены к задней части рамы и жестко связаны между собой балкой со стойками, которые с помощью осей соединены с нижними концами звеньев, верхние концы которых аналогично соединены с телескопической стрелой.

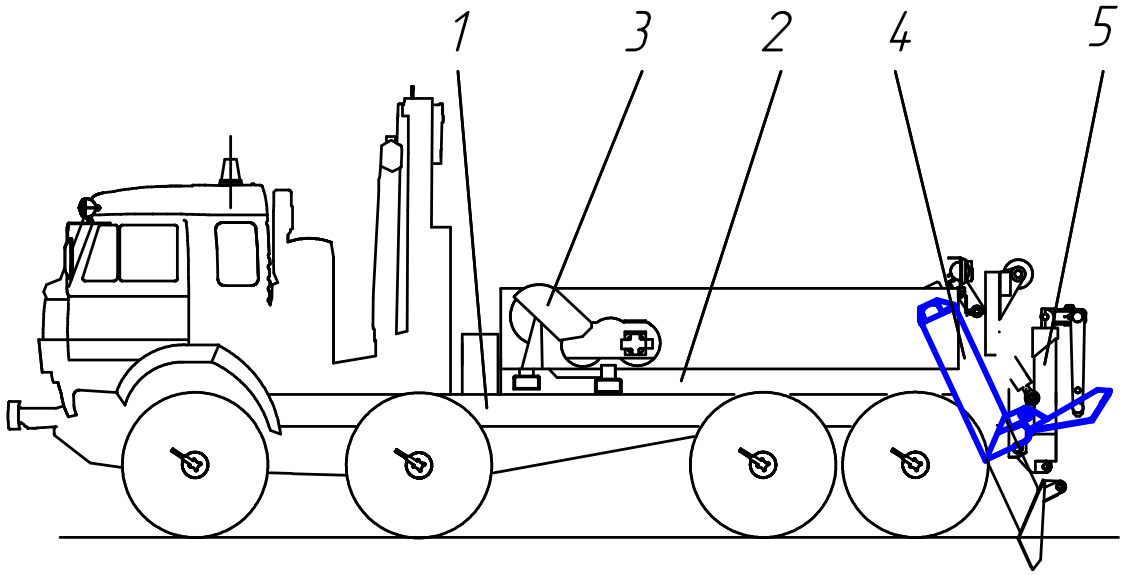


Рисунок 1 – Общий вид эвакуационной машины (средства эвакуации)

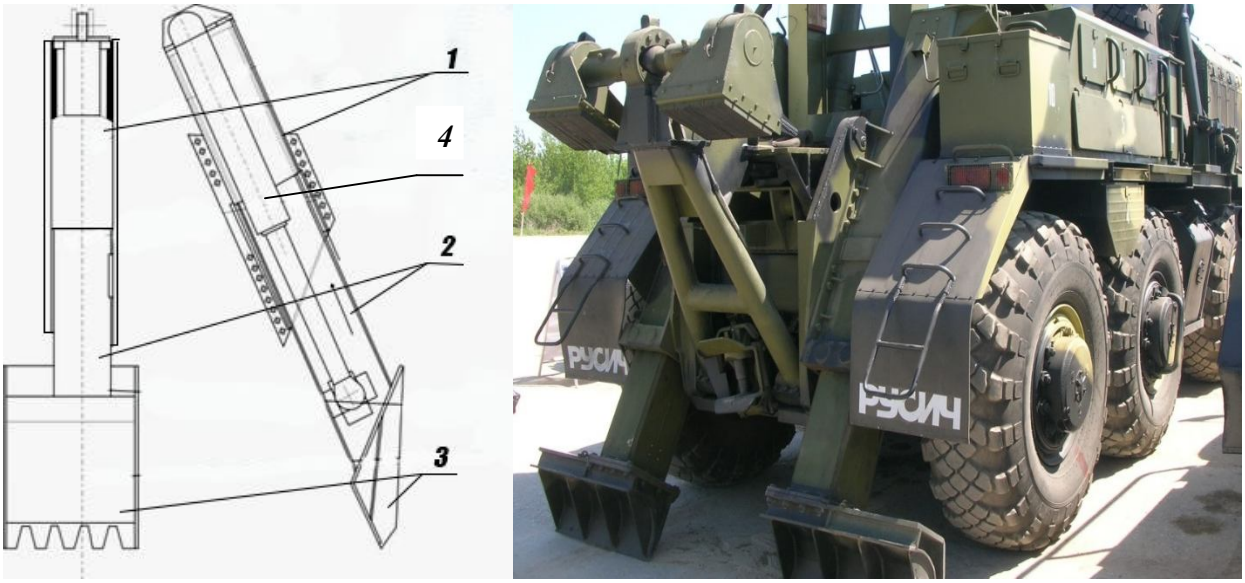
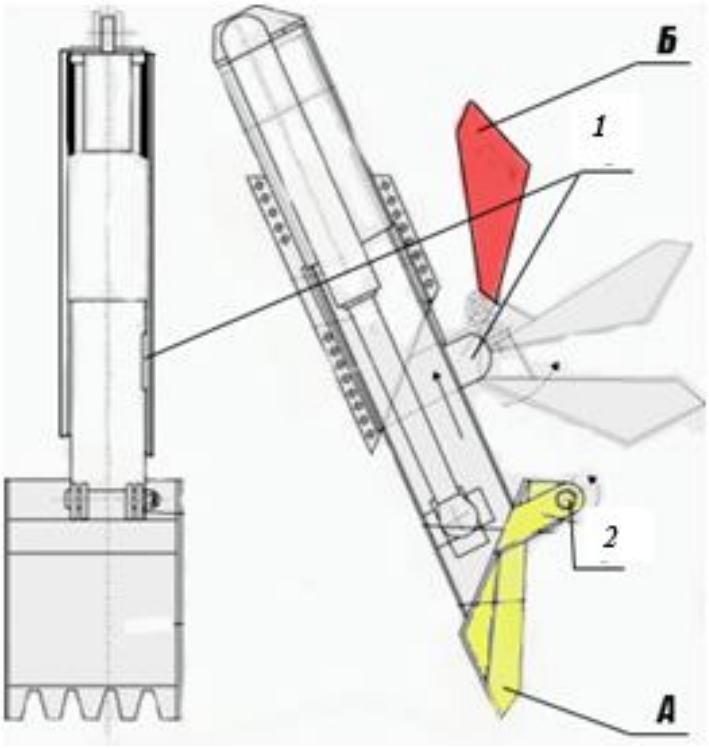


Рисунок 2 – Общий вид сошников

При срабатывании гидроцилиндров происходит выдвижение выдвижной секции и заглубление упоров сошников в грунт. При втягивании выдвижной секции все манипуляции осуществляются в обратной последовательности, что позволяет СЭ преодолевать неровности местности при движении.

Недостатком известных устройств является низкое расположение в походном (транспортном) положении упоров сошников, являющимися самыми низкими частями конструкции эвакуатора, которые при движении по местности в условиях бездорожья приводятся в первую очередь в неисправное состояние, тем самым не позволяя выполнять свои основные задачи по предназначению.

Для расширения эксплуатационных возможностей СЭ по преодолению бездорожья, предлагается доработка сошников [2], которая позволяет за счет складывания упора сошника, представленного на рисунке 3, обеспечить максимально допустимый дорожный просвет транспортного средства.



А – рабочее положение; Б – транспортное положение

Рисунок 3 – Схема предложения по доработке сошников эвакуационной машины

Технический результат достигается тем, что сошники выполнены квадратным сечением и с возможностью перемещения от приводного механизма подвижной секции совместно с упором, верхняя часть упора выполнена в виде кулачка, а сам упор закреплен подвижно в нижней части выдвижной секции с возможностью перемещения относительно оси 2 в вертикальной плоскости.

В качестве основного взаимодействующего с упором элемента в нижней части неподвижной секции сошника выполнена выступающая ограничительная площадка 1, имеющая форму упора, закругленного по радиусу. При этом площадка, взаимодействуя с кулачком упора, при втягивании подвижной секции сошника, проворачивает тело упора из рабочего в походное положение на угол более 90^{o}.

Площадка при воздействии на кулачок упора сошника, оббегающего вокруг площадки принуждает провернуться упор вокруг оси и зафиксироваться в походном положении Б, как показано на рисунке 3.

Устройство работает следующим образом.

При переходе из походного положения в рабочее приводной механизм телескопического сошника вытягивает выдвижные секции, в результате чего воздействие на кулачок упора со стороны выступаю-щей ограничительной площадки прекращается, и упор, под действием сил

тяжести, самопроизвольно проворачивается и устанавливается в рабочее положение.

При переходе из рабочего состояния, после вытаскивания застрявшего автомобиля, в транспортное походное положение сошники посредством приводного механизма втягивают выдвижные секции. При вхождении в контакт выступающей ограничительной площадки неподвижной секции сошника с верхней частью упора подвижного сошника, имеющего форму кулачка, осуществляется его оббегание, приводящее к проворачиванию всего упора относительно оси 5, из положения Б в положение 1, на безопасный для движения СЭ угол, что дает ему возможность преодолевать неровности местности при движении в условиях бездорожья.

Таким образом за счет изменения конструкции сошников, путем изготовления упоров подвижными, применение предлагаемого устройства позволит:

– увеличить дорожный просвет СЭ;

– повысит надежность сошников, предназначенных для закрепления эвакуационных машин на грунтах в процессе обеспечения вытаскивания застрявших автомобилей;

– обеспечит безопасную работу в ходе подготовительных мероприятий по вытаскиванию застрявших и поврежденных автомобилей.

Список литературы

1. Снижение динамических нагрузок в трансмиссиях колесных тракторов / Харитончик Е.М., Павленко С.Т., Кочетков Н.В., Поливаев О.И. // Механизация и электрификация сельского хозяйства № 3. 1976. с. 53-54.

2. Осадчий А.Ф., Капустин В.П., Юзик В.М. Попов А.Ю. Транспортное средство для вытаскивания застрявших и аварийных автомобилей. Патент № 2570735. 2015.

УДК 621.431

Янин А.Н., Завьялов А.А.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДЕРНИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИИ МЭС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ

Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж)

Аннотация. В статье предлагается решить проблему экологической ситуации, которая на сегодняшний день остаётся актуальной. В статье приведен анализ возможностей модернизации конструкции МЭС.

Ключевые слова: токсичность отработавших газов, загрязнение окружающей среды, новые виды топлива, газовое оборудование.

Abstract. The paper proposes to solve the problem of the environmental situation, which remains relevant today. In the article the MES to modernize the design analysis capabilities.

Keywords: exhaust emissions, environmental pollution, new fuels, gas equipment.

В современных условиях количество автомобильной техники участвующей в подготовке летательных аппаратов к вылету достигает около 30 единиц [1]. Основными токсическими компонентами, выбрасываемыми в атмосферу при сжигании различных видов топлива в двигателях внутреннего сгорания средств наземного обслуживания общего применения (СНО ОП) являются оксид углерода, окись серы, азота, соединение свинца, сажа, углероды, в том числе канцерогенный бензапирен, не сгоревшие частицы топлива и т. п.

Количество токсичных веществ, выбрасываемых в окружающую среду в составе отработавших газов, зависит от общего технического состояния автомобиля и особенно от двигателя внутреннего сгорания[2].

Наибольшее количество токсичных компонентов выбрасывается при разгоне автомобиля, особенно при быстром, а также при движении с малой скоростью. Относительная доля оксидов азота наиболее высока при разгоне, доля углеводородов и оксида углерода – при торможении и на холостом ходу. Из этих данных следует, что СНО ОП сильно загрязняют окружающую среду аэродрома при частных остановках и при движении с малой скорость.

Влияние отдельных компонентов на организм человека изучено довольно полно. Практически для каждого компонента установлена ПДК. Учитывая все это, необходимым является нахождение методов и способов, как уменьшение токсичности, так и полной нейтрализации выхлопов двигателя внутреннего сгорания.

В настоящее время проводятся конструкторско – технические мероприятия, позволяющие внедрить технические новшества в

конструкции СНО ОП, направленные на улучшение их экологических показателей и сокращение выбросов вредных веществ. Они группируются по следующим направлениям:

1 Повышение качества изготовления и усовершенствование конструкций двигателей.

2 Разработка устройств, снижающих содержание вредных компонентов.

3 Создание энергосиловых установок для автомобилей, выбрасывающих меньше количество вредных веществ.

4 Поиск новых видов топлива, применение различных присадок к нему[3].

Проанализируем указанные направления.

Повышение качеств изготовления и усовершенствование конструкций двигателей базируется на создание новых конструкций уже существующих типов двигателей. Благодаря этому были созданы форкамерные двигатели, работающие на дизельном топливе. К сожалению подход оказался неэффективным, поскольку при высоких затратах на переоборудование разработку и обслуживание усовершенствованных двигателей, токсичность газовых выбросов оставалось по прежнему высокой.

Разработка устройств, снижающих содержание вредных компонентов привели к созданию в выхлопной системе автомобиля нейтрализаторов отработавших газов. Широкое применение нашли жидкостные, термические, каталитические нейтрализаторы, также сажевые фильтры. Данные устройства позволяют снизить токсичность двигателей внутреннего сгорания до 95%. Но в этом направление не решены две важные проблемы. Это создание нейтрализаторами большого газодинамического сопротивления, что ведет к существенному снижению мощности двигателя, и их регенерация.

Создание энергосиловых установок для автомобилей, выбрасывающих меньшее количество вредных веществ способствовало появлению автомобилей – гибридов. В городах до 50 % времени двигатель работает на токсичных нетяговых режимах, холостом ходу и в режиме торможения. Однако такого рода установки обладают ограниченной энергоемкостью, сложны в изготовлении и управлении.

Поиск новых видов топлив и применение различных присадок к нему открыл нам этилированный бензин. До сих пор ведутся разработки топливной системы, работающей на водороде. Одним из возможных топлив могут быть использованы спиртовые топлива. К ним относятся метанол и этанол. У метанола значительная большая теплота испарения, чем у бензина, а также более высокое давление насыщенных паров, что

грозит неравномерным распределением смеси по цилиндрам. Хотя этанол обладает большей, чем метанол теплопроводной способностью, он дороже в производстве, а в объеме производства ограничен.

В последние годы широкое применение получили нефтяной и природный газы. Преимущества при использовании газового топлива для СНО ОП очевидны. Одинаковое агрегатное состояние топлива и воздуха, узкий компонентный состав позволяют отказаться от переобогащения смеси на холостом ходу. При этом выбросы оксидов углерода уменьшается в 3-5 раза, углеводородов и оксидов азота до 1,5 раза. Специализированные станции по заправке газами в сжатом и сжиженном состоянии, и автопарк, использующий в качестве горючего газообразное топливо, увеличиваются.

Анализ, существующих методов уменьшения токсичности двигателей внутреннего сгорания, показал, что наиболее перспективным направлением является установка газового оборудования на СНО ОП. Газовое оборудование устроено гораздо проще, чем бензиновая система питания. Газ хранится в герметичном баллоне. Установка газового оборудования на СНО ОП и применение газа за место бензина в качестве моторного топлива позволит улучшить экологические характеристики СНО ОП.

В наши дни славу лучшего в мире производителя газовой автоаппаратуры перехватила Италия. И сейчас на мировом рынке наибольшим спросом пользуется техника итальянских компаний. Электронные устройства, эмуляторы и блоки управления фирмы «AEB» безаварийные на 100% газовые клапана «МЕД» смесители OMVL, электронные переключатели и цифровые датчики уровня топлива[4].

Двигатель СНО ОП переоборудованный на сжиженный нефтяной газ, будет работать полноценно как на пропан-бутановой смеси, так и на бензине, что позволит увеличить запас хода при проведении марша. При переводе двигателя с газа на бензин или на оборот не следует допускать работу двигателя одновременно на смеси двух видов топлива, так как происходящие при этом нарушения состава горючей смеси приводит к образованию обратных вспышек, которые могут создать условия для возгорания в подкапотном пространстве.

Газового оборудования по сравнению с бензиновым имеет следующие преимущества, и это не только цена, из – за которой обычно его устанавливают:

- При работе на газе не бывает детонации.
- Цилиндро - поршневая группа двигателя служит дольше.
- Гораздо меньше образуется нагар.
- Менее токсичны отработавшие газы.

- Масло можно менять реже, поскольку оно медленнее теряет свои свойства[4].

Таким образом, использование газового оборудования на карбюраторных двигателях СНО ОП позволит повысить эффективность использования специальной техники и решить важную экологическую задачу при организации полетов: снизить выбросы токсических веществ с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания.

Список литературы

1. Гончар Л. Л. Снижение вредных выбросов дизелей при эксплуатации автотракторной техники / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – ВВВАИУ(ВИ), 2002.-150 с.

2. Горбунов В.В., Патрахальцев Н.Н. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. - М.: Издательство Российского университета дружбы народов, 1998 - 214 с.

3. Поливаев О.И., Байбарин В.А., Божко А.В., Очиститель отработавших газов дизеля. Тракторы и сельхозмашины. 2007. №6. с.10.

4. Золотницкий В. А. Новые газотопливные системы автомобилей. – М.: Издательский Дом Третий Рим, 2005. - 64с.

УДК 631.3.023:623.437.422

Поливаев О.И.[1], Сударкин В.Н.[2]

ПОДВЕСКА И ПЛАВНОСТЬ ХОДА МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

[1]Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

[2]Луганский государственный аграрный университет, г. Луганск

Аннотация. Важным элементом мобильных энергетических средств является подвеска. Подвеска – это устройство, соединяющая оси колес с остовом трактора. Подвески обеспечивают смягчение воспринимаемых колесами ударов и толчков со стороны опорной поверхности на остов машины, а также передают от колес к остову и наоборот все силы и моменты, действующие между ними (силы сопротивления качению, тормозные силы, силы тяжести, касательные силы тяги, силы инерции, нормативные реакции опоры и т.п.). Подвеска состоит из направляющего устройства, упругого элемента, гасящего устройства и амортизатора Направляющее устройство определяет характер перемещение колёс относительно несущей системы энергетических средств. Упругий элемент подвески уменьшает динамические нагрузки, на трактор. Гасящие устройство обеспечивает необходимое затухание колебаний кузова и колёс трактора.

Амортизаторы служат для ускорения затухания колебаний кузова энергетических средств. Плавность хода – это один из основных эксплуатационно-технических показателей транспортных средств. Плавность хода характеризуется способностью машины двигаться по неровной поверхности почвы в различных скоростных диапазонах, не вызывая при этом неприятных ощущений у водителя, а также не ухудшая агротехнических показателей мобильных средств (в основном при работе с навесными сельскохозяйственными машинами) и динамических характеристик тракторов, а также снижая динамические нагрузки на остов вышеуказанных транспортно-тяговых машин.

Ключевые слова: мобильное энергетическое средство, подвеска, плавность хода, упругий элемент, амортизатор, остов, рессора.

Abstract. The important component of mobile power units is the suspension. The suspension is the device connecting wheel axles to the tractor frame. The suspensions provide cushioning of shocks and pushes which are received by wheels from the supporting surface to the machine frame, and they transmit all the forces and torques acting between them (oscillation resistance forces, braking forces, gravity forces, tangential tractive forces, inertion forces, standard support reaction) from the wheels to the frame. The suspension, consists of guiding device, springing medium, damper and shock absorber. The guiding device determines the character of wheels movement relative to the body of power units. The springing medium of the suspension reduces dynamic loads on the tractor. The damper provides necessary absorbtion of vibration of tractor body and wheels.

Shock absorbers serve for acceleration of vibration of body vibration of power units. Motion smoothness is one of the basic technical indices of vehicles.

Motion smoothness is characterized by the machine's ability to move on uneven ground surface at different speed ranges without causing driver's discomfort and without decreasing agrotechnical indicts of power units (mainle, working with mounted farm machines) and tractor dynamic characteristics, and also reducing dynamic loads on the above-mentioned transportation-traction mashines.

Key words: mobile power unit, suspension, motion, smoothness, springing medium, shock absorber, frame, damper.

Одной из разновидностей мобильных энергетических средств является тракторный агрегат, который представляет собой объект, состоящий из нескольких элементов (рамы трактора и агрегатируемой машины, движителя и др.), соединенных между собой деталями.

Важным элементом мобильных энергетических средств является подвеска. Подвеска – это устройство, соединяющая оси колес с остовом трактора. Подвески обеспечивают смягчение воспринимаемых колесами ударов и толчков со стороны опорной поверхности на остов машины, а также передают от колес к остову и наоборот все силы и моменты, действующие между ними (силы сопротивления качению, тормозные силы, силы тяжести, касательные силы тяги, силы инерции, нормативные реакции опоры и т.п.).

Подвеска состоит из направляющего устройства, упругого элемента, гасящего устройства и амортизатора [1, 7].

Направляющее устройство определяет характер перемещение колёс относительно несущей системы энергетических средств. По типу направляющих устройств подвески автомобилей делятся на зависимые и независимые. При независимой подвеске каждое колесо соединяется с остовом через самостоятельные направляющие устройства и упругие элементы, а при зависимой подвеске перемещение одного колеса подрессорного моста вызывает перемещение другого. Независимые подвески применяют для легковых автомобилей и грузовых автомобилей высокой проходимости, зависимые – для грузовых двухосных (автономные подвески) и двух близко расположенных мостов у трехосных автомобилей (балансирные подвески) [3].

Упругий элемент подвески уменьшает динамические нагрузки, на трактор. По типу упругого элемента различают рессорные (листовые рессоры), пружинные (винтовые, тарелочные пружины), торсионные и резиновые подвески. На автомобилях, кроме того используются пневматическая подвеска, где упругим элементом служит сжатый газ, и гидропневматическая подвеска, в которой упругим элементом является газ, сжатый давлением жидкости. У колёсных тракторов роль упругого элемента выполняют пневматические шины [1,4].

Гасящие устройство обеспечивает необходимое затухание колебаний кузова и колёс трактора. Гасящие устройства чаще всего бывают механического (фрикционного) и гидравлического типа. Гашение вертикальных колебаний происходит в шарнирах, соединениях и пластинчатых рессорах подвески за счёт сил трения [1].

Амортизаторы служат для ускорения затухания колебаний кузова энергетических средств. Амортизаторы могут быть одностороннего и двухстороннего действия. Первые обеспечивают затухание колебаний только движения колеса вниз относительно несущей системы, а вторые – как вниз так и вверх [2,4,5].

Плавность хода – это один из основных эксплуатационно-технических показателей транспортных средств. Плавность хода характеризуется способностью машины двигаться по неровной поверхности почвы в различных скоростных диапазонах, не вызывая при этом неприятных ощущений у водителя, а также не ухудшая агротехнических показателей мобильных средств (в основном при работе с навесными сельскохозяйственными машинами) и динамических характеристик тракторов, а также снижая динамические нагрузки на остов вышеуказанных транспортно-тяговых машин.

Недостаточная плавность хода проявляется в возникновении неприятных и вредных колебаний рамы мобильных средств или отдельных её элементов. Поэтому при изучении плавности хода машины

изучают колебания её масс и влияние на них конструктивных и эксплуатационных факторов.

На плавность хода влияют следующие факторы:

1) величина возмущающих сил, вызывающих колебания;
2) общая компоновка трактора и отдельных его составляющих;
3) параметры и тип подвески остова машины, сидение водителя;
4) конструкция ходовой части;
5) мастерство водителя, состояние дороги и т.д.

Возмущение силы возникает от действия внешних и внутренних причин. К внутренним причинам относятся, например, неуравновешенность двигателя, деталей трансмиссии и неравномерность их вращения. Под влиянием внутренних причин возбуждаются главным образом высокочастотные колебания – вибрации, которые отрицательно сказываются на самочувствии водителя, на долговечность машины и оказывают отрицательное влияние на технико-экономические показатели работы машины.

Из внешних причин наибольшее влияние на возмущающие силы, вызывающие сравнительно низкочастотные колебания, оказывают неровность дороги, скорость и траектория движения, характер изменения сил сопротивления движению (например, тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины), тип ходовой системы, тип и параметры подвески, колебания направляющих колес вокруг шкворней и т.п.

Поэтому плавность хода рассматривается с точки зрения воздействия внешних возмущающих сил, среди которых основными являются воздействие, оказываемые неровностями дороги или поля, которые могут быть эпизодическими (единичными) и повторяющимися.

На грунтовых укатанных дорогах длины неровностей изменяются в довольно широких пределах – от 0,5 до 13 м, глубина впадин (высота гребней) – от 0,02 до 0,2 м. Наиболее часто встречаются неровности длиной от 3…5 м и высотой от 0,1…0,12 м. На бетонированных дорогах длины неровностей составляют от 1 до 2-3 длин плит, то есть от 4-5 до 10-15 м при глубине неровности 0,2 – 0,3 м. На асфальте неровности чаще всего имеют длину 4…8 м при глубине до 0,05 м [4, 5].

Полевые неровности чаще всего имеют закономерный характер, определяемый агротехникой возделывания той или иной культуры. К характерным полевым неровностям могут быть отнесены: свальные гребни и борозды, остающиеся после вспашки (их высота 75-100 мм, расстояние между ними 0,3…0,35 м); гребни рядков, образующиеся при посадке пропашных культур (они имеют высоту 0,05…0,1 мм, расстояние между ними определяется шириной междурядий (0,45; 0,6 и 0,7 м); гребни

рядков колосовых культур имеют расстояние между рядками 0,12…0,15 м).

При движении по неровностям, в зависимости от скорости движения, машина совершает вертикальные колебания (перемещения) разной частоты и амплитуды, которые определяются плавностью хода [4, 5].

Анализируя некоторые колебания необходимо выделить собственные и вынужденные колебания. Собственные колебания, вызываемые импульсами, имеет свою определённую частоту, зависящую только от геометрических параметров трактора и жесткости его подвески. Поэтому собственная частота колебаний является одним из конструктивных параметров плавности хода. При движении трактора по неровной почве с тяговым сопротивлением агрегатируемой сельскохозяйственной машины свойственны вынужденные колебания, частота которых, прежде всего, является условиями внешних и конструктивных факторов [6].

Целью изучения плавности хода энергетических средств является нахождение главных параметров колебания машин, при которых ощущения водителя или дискомфорт не превышают определённого уровня. При этом необходимо знать характеристики неровностей поверхности почвы, вид колебаний мобильных средств и реакцию организма водителя на колебания [6].

Итак, плавность хода трактора является одним из важных качеств, определяющих допустимые условия работы водителя, протекания технологического процесса, надёжность и долговечность работы узлов и механизмов трактора. Мобильное энергетическое средство испытывает шесть видов колебаний, основными из которых следует считать вертикальные и продольные угловые, то есть подпрыгивание и галопирование. При рассмотрении явлений, связанных с плавностью хода, необходимо учитывать собственные и вынужденные колебания. Первые обусловлены в основном конструктивными параметрами мобильных энергетических средств, а вторые кроме конструктивных параметров, еще и профилем поверхности почвы, скоростью движения, тяговым сопротивлением агрегатируемой машины [6].

Список литературы

1. Гуревич А.М. и Сорокин Е.М. Тракторы и автомобили. Изд. 4-е перераб. и доп. М. «Колос», 1979.- 479с. с ил.

2. Родичев В.А., Родичева Г.И. Тракторы и автомобили. -2-е изд., перераб. и доп. –М.: Агропромиздат,1987. - 351 с: ил.

3. Тракторы и автомобили Теория и эксплуатационные свойства: учебник / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин; под общ. ред. О.И. Поливаева. - Воронеж: ФГБОУ ВПО Ворнежский ГАУ, 2014.-319 с.

4. Трактори та автомобілі: Підручнік / Я.Ю.Білоконь, А.І.Окоча, С.О. Вайцехівський. - Київ.: «Вища освіта».2003.-560с.: іл.

5. Трактори та автомобілі.Ч.3. Шасі: Навч. Посібник / А.Т. Лебедев, В.М. Антощенков, М.В.Бойко та ін.; За ред. проф. А.Т. Лебедева –К.; «Вища освіта», 2004, -336 с.; іл.

6. Тракторы и запасные части к ним. http://www.reklama78.ru/

7. Тракторы и автомобили/Под редакцией В.А. Скотникова. - М.: Агропромиздат, 1985. – 440с., ил.

УДК 631.363.4

Брюховецкий А.Н., Чурсин В.Ю.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРМОВ В ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕ РОТОРНОГО ТИПА ИРТ-Ф-25/40 «ФЕРМЕР» С ПРИМЕНЕНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА

ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск, Луганская Народная Республика

Аннотация. В статье рассматривается процесс измельчения кормов, его актуальность и существующие проблемы. Производится анализ существующих исследований по изучению факторов оказывающих наибольшее влияние на энергоемкость процесса измельчения кормов.

Ключевые слова: измельчающий орган, измельчение, работа, факторы, энергоемкость, эффективность, параметры, плоский нож, круглый нож.

Abstract. This article discusses the process of feed grinding, its relevance and challenges. The analysis of existing research on the factors have the greatest impact on energy consumption of the grinding process feed

Keywords: grinding body, grinding, work, factors, power consumption, efficiency, parameters, flat knife, round knife.

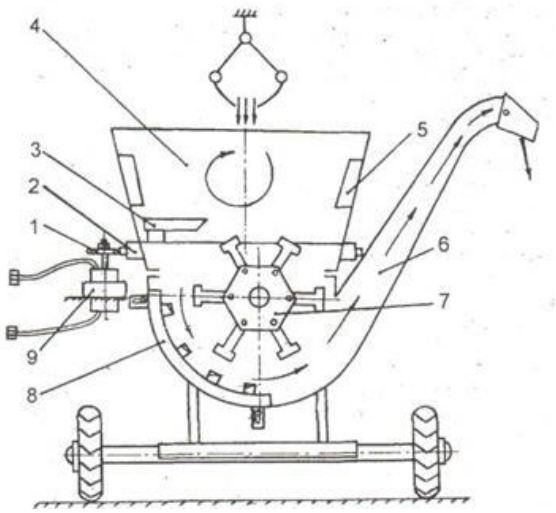
Измельчители с рабочими органами молоткового типа – находят все большее применение не только для измельчения зерновых кормов, но и для измельчения грубых и сочных. Широкое распространение молотковых дробилок обусловлено рядом их конструктивных достоинств: они просты по устройству, негромоздки, имеют невысокую удельную металлоемкость, универсальны при переработке кормов с различными физико-механическими свойствами; рабочие органы легко поддаются

замене, сравнительно долговечны и малоприхотливы к наличию сторонних примесей [1].

В качестве машины-прототипа для проведения исследований по использованию универсального измельчающего органа был выбран измельчитель ИРТ-Ф-25/40 «Фермер», принципиально-технологическая схема которого, представлена на рисунке 1.

Несмотря на большое количество существующих машин для измельчения кормов, с разнообразными видами молотковых рабочих органов, процесс измельчения материала до настоящего времени не получил вполне завершенного теоретического обоснования.

Современные теории измельчения базируются на гипотезах, связывающих энергетические затраты с уменьшением объема измельчаемого материала (гипотеза Кирпичева-Кика) или с увеличением его поверхности (гипотеза Риттингера) [2].



1 – шестерня привода вращения бункера; 2 – цепь; 3 – отсекатель; 4 – бункер; 5 – дефлектор; 6 – выгрузной дефлектор; 7 – ротор; 8 – дека; 9 – гидромотор

Рисунок 1 - Принципиально-технологическая схема измельчителя ИРТ-Ф-25/40 «Фермер»

Согласно гипотезе Кирпичева-Кика, энергия, затрачиваемая на измельчение, пропорциональна объемам и массе измельчаемых продуктов и выражается формулой [2]:

$$A = \frac{\sigma^2 V}{2E}, \qquad (1)$$

где σ – напряжение, возникающее при деформации;

V – объем подвергнутого деформации тела;

E – модуль упругости.

Согласно гипотезе Риттингера работа при измельчении материала пропорциональна площади вновь образованной поверхности. Риттингер рассматривает частицы измельченного продукта, имеющие форму правильного куба, предположив при этом для расхода энергии следующую формулу [2, 3]:

$$\frac{A_n}{A_m} = \frac{n-1}{m-1}, \qquad (2)$$

где n – число частиц, на которые дробится кубик из некоторого материала

при одном дроблении (при одинаковой степени измельчения);

m – число частиц при повторном дроблении того же материала (при другой степени измельчения);

A_n, A_m – затраченная энергия на соответствующее дробление.

Рассмотренные гипотезы измельчения отражают только часть сложных процессов, происходящих при измельчении.

Теория Кирпичева-Кика оценивает энергию, расходуемую на деформирование материала, и не учитывает затраты на образование новых поверхностей. Теория Риттингера не учитывает затраты энергии на упругую деформацию кусков [3].

В реальном процессе измельчения деформирование кусков и образование новых поверхностей происходит одновременно. Так академиком П.А. Ребиндером предложена обобщающая гипотеза, которая базируется на учете изменения объема и поверхности деформируемого тела [2, 3].

Согласно теории Ребиндера, работа измельчения может быть представлена суммой работы, затрачиваемой на упругую и пластическую деформацию, и работы на образование новой поверхности их частиц [2]:

$$A = q\Delta V + \sigma\Delta S_1 \qquad (3)$$

где qΔV – работа упругих и пластических деформаций в объеме тела ΔV, пропорциональная этому деформируемому объему;

σΔS – работа, затрачиваемая на образование новой поверхности.

Взаимосвязь затрат энергии на измельчение материала и получаемого в результате этой работы продукта, состоящего из частиц определенной дисперсности, в общем виде может быть представлена с учетом формулы П.А. Ребиндера в таком виде [2]:

$$A^{\cdot} = K + m_{\text{ц}}\frac{\sigma_p^2}{2E} + K_R\Delta Sb \qquad (4)$$

где К – энергия, затрачиваемая на процессы деформации и образования продуктов износа рабочих органов измельчающей машины;

$m_{\text{ц}}$ – число циклов деформации частиц измельчаемого продукта;

σ_p – разрушающее напряжение измельчаемого продукта;

E – модуль упругости измельчаемого продукта;

K_R – энергия на образование единицы новой поверхности для данного продукта;

ΔS – вновь образованная поверхность;

b – безразмерный коэффициент для машины данной конструкции при процессе образования новой поверхности.

Коэффициент полезного действия процесса измельчения может быть представлен в виде [2]:

$$\eta_i = \frac{K_R \Delta S b}{K + m_{ц} \frac{\sigma_p^2}{2E} + K_R \Delta S b} \quad (5)$$

Исходя из анализа данного выражения, можно сделать вывод, что для повышения КПД процесса измельчения необходимо:

- уменьшать упругие деформации и повышать износостойкость материала рабочего органа машины;
- сокращать число циклов деформаций частиц измельчаемого продукта;
- снижать разрушающие напряжения измельчаемого продукта.

Для оценки эффективности работы измельчителей кормов и отыскания оптимальных режимов их работы применяется обобщенный оценочный показатель – удельная энергоемкость измельчения [4].

где $Э_{уд}$ - энергоемкость процесса измельчения кормов, кВт.ч./т;

N - мощность, потребляемая на измельчение, кВт;

Q - производительность, кг/с;

λ - степень измельчения корма

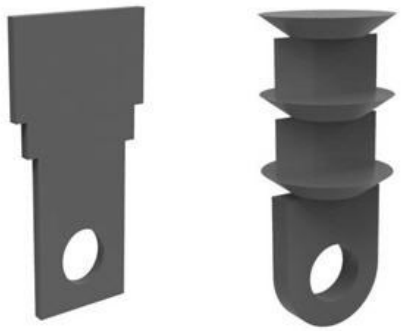
Основными факторами, от которых зависит энергоёмкость процесса измельчения кормов, являются: скорость резания, вид режущего инструмента и его расположение, геометрические параметры режущего инструмента, количество рабочих органов [5].

Вследствие чего, наиболее перспективными путями повышение эффективности работы измельчающего аппарата ИРТ-Ф-25/40 «Фермер» является исследование и оптимизация этих параметров.

3D модель разработанного универсального рабочего органа и рабочего органа машины прототипа представлены на рисунке 2.

Масса молотка измельчителя ИРТ-Ф-25/40 составляет 220г, по сравнению с универсальным рабочим органом, масса которого равна 370г.

Не смотря на то, что масса молотка ИРТ-Ф-25/40 меньше разработанного рабочего органа, по суммарному количеству молотков находящихся на роторе измельчителя (см. рис. 3), их общий вес значительно выше. Это объясняется тем, что для обеспечения необходимых зоотехнических требований, на прототипе установлено 60 молотков, когда в свою очередь универсальных рабочих органов достаточно всего 12 шт.

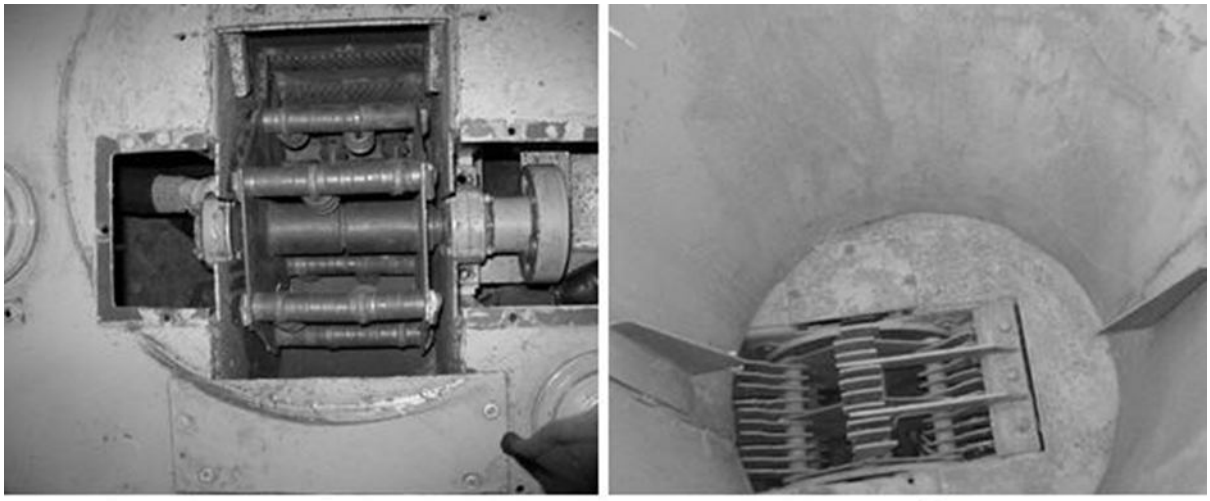


а *б*

а – молоток ИРТ-Ф-25/40 «Фермер»; б – универсальный рабочий орган

Рисунок 2 – 3D модель рабочего органа

Благодаря комбинированной геометрической форме универсального рабочего органа, достигается эффект снижения разрушающего контактного напряжения измельчаемого продукта. Связано это в первую очередь с кинематической трансформацией режущей кромки и угла заточки круглого и плоского ножа.



а *б*

а – переоборудованный (с универсальным рабочим органом); б – барабан измельчителя ИРТ-Ф-25/40 «Фермер»

Рисунок 3 – Измельчающий барабан

Сокращение числа циклов деформаций частиц измельчаемого продукта, при использовании универсального рабочего органа, возможно за счет переоборудования выгрузного дефлектора. Данное изменение конструкции измельчителя позволит сократить энергетические затраты на самовыгрузку готового продукта и предотвратит его переизмельчение.

Список литературы

1. Алешкин В.Р. Механизация животноводства / Под ред. С.В. Мельникова. М.: Агропромиздат. 1985. – 336 с.
2. Василенко П.М., Василенко И.И. Механизация и автоматизация процессов приготовления и дозирования кормов / Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина. – М.:Агропромиздат, 1985. – 224 с.
3. Борщев В.Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы: учебное пособие, Тамбов: издательство Тамбовского Государственного Университета, 2004 . – 75 с.
4. Брюховецкий А.Н., Захаров С.А. Методика проведения исследований экспериментальной лабораторно-производственной установки на базе измельчителя роторного типа ИРТ-Ф-25/40 // Технические системы и технологии животноводства: сб. тр. науч.-практич. конф.— Харьков: ХНТУСХ им. Петра Василенко, 2012. – Вып. 120. – С. 232–238.
5. Карпин В.Ю., Паталайнен Л.С. Обзор факторов, оказывающих влияние на энергоемкость процесса измельчения кормов // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 6 [Электронный ресурс]. URL: http://web.snauka.ru/issues/2014/06/36305

УДК 681.586.785.3

Базаров С.Э., Копп Е.А., Нестеров А.С., Шишков А.Н.

УСТРАНЕНИЕ БОКСОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ ПУТЁМ РЕГУЛИРОВАНИЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА

Южно-Уральский Государственный Университет, г. Челябинск

Аннотация. В статье рассмотрена проблема боксования, существующие методы её решения и предоставлено сравнение этих методов. Также в статье приведён обзор существующих датчиков крутящего момента, и на основе их достоинств и недостатков для решения проблемы боксования выбран наиболее подходящий.

Ключевые слова: боксование, датчик крутящего момента, магнитоупругий эффект, тяговый электропривод, регулирование крутящего момента

Abstract. This article describes the locomotive wheelslip problem, ways to address this problem and comparison of this ways. Also different types of torque sensors were

compared in this article. The most suitable variant was chosen, based on studies described above.

Keywords: locomotive wheelslip, torque sensors, magnetoelastic effect, electric traction, torque control

При движении электровозов и электропоездов, а в особенности при старте, часто можно столкнуться с проблемами, связанными с реализацией сцепления между бандажами колёсной пары и рельсами. Сила сцепления и обеспечивает движение локомотива по рельсам при приложении вращающего момента к колёсной паре.

При этом сила сцепления зависит от множества побочных факторов, которые могут сказаться не только на качестве движения локомотива, но и могут приводить к различным нежелательным последствиям. К таким факторам относятся механические свойства материалов, состояние поверхностей контактирующих частей, равномерность нагрузок колёсных пар на рельсы, скорость движения состава и т.д. [1].

При превышении тягового усилия двигателя над силой сцепления у локомотива может запуститься процесс боксования. При этом коэффициент силы трения резко понижается, сила сцепления продолжает падать и самопроизвольно этот процесс остановиться не может. Длительное боксование связано с необратимыми разрушениями в месте контакта колеса и рельса, такими как разрыв бандажей, расплавление рельса (из-за повышения температуры), повреждение зубчатой передачи, образование кругового огня на коллекторе.

Методы решения проблемы

Самым эффективным и простым способом решения данной проблемы на сегодняшний день является подача песка под колеса, находящиеся в состоянии боксования, повышая тем самым коэффициент силы трения скольжения между колесом и рельсом, что позволяет завершить пагубный процесс. В современном мире используются так называемые реле боксования. Они сигнализируют машинисту о начавшемся процессе боксования и автоматически начинает подачу песка в место контакта колеса и рельса.

К основным недостаткам данной системы относится необходимость постоянного контроля и обслуживания резервуаров с песком перед каждой поездкой, особенно в зимнее время, когда трубы могут забиться снегом [1]. Помимо этого, несмотря на простоту использования данной системы, она, так или иначе, останавливает уже запущенный процесс боксования, который обязательно связан с повышенным износом многих элементов системы.

В связи с этими недостатками целесообразно пользоваться методами контроля крутящего момента.

Методы контроля механического крутящего момента

Существующие методы контроля крутящего момента можно разделить на две категории: косвенный метод и прямой метод.

Косвенный метод контроля момента. Контроль электромагнитного момента и угловой скорости АД можно производить учитывая известные данные двигателя и просто измеряемые величины – фазные токи и напряжения (см. рис. 1.).

Схема, представленная на рис. 2, содержит асинхронный двигатель, датчики тока (ДТ1 и ДТ2) и напряжения (ДН1 и ДН2), а также устройство косвенного контроля выходных механических переменных (УКК) и блок индикации (БИ). С помощью УКК определяются значения электромагнитного момента и угловой скорости, а затем выводятся на БИ.

В качестве датчиков могут быть использованы широко применяемые в ЭП переменного тока – датчики тока и напряжения [2].

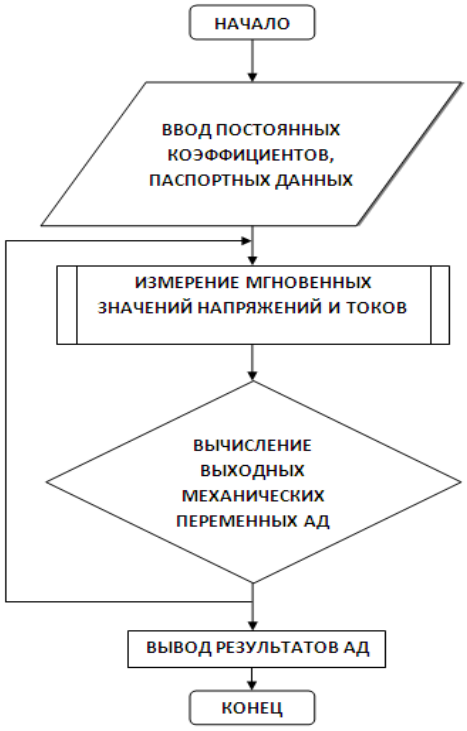


Рисунок 1 - Алгоритм косвенного контроля электромагнитного момента и угловой скорости АД

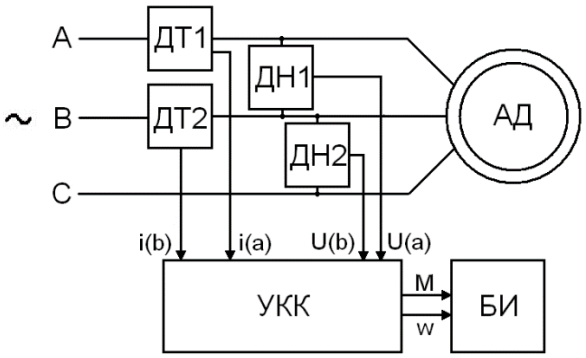


Рисунок 2 - Общая схема контроля электромагнитного момента и угловой скорости АД с УКК

Несмотря на простоту данного метода, его недостатки могут быть неприемлемыми в реальных условиях для многих технологических процессов.

В таких системах как электровоз целесообразно использовать прямые методы контроля в виде датчиков крутящего момента [3].

Тензодатчики с контактными кольцами. Тензометрический измерительный преобразователь (тензодатчик) – параметрический резистивный преобразователь, который преобразует деформацию твёрдого тела, вызванную приложенным к нему механическим напряжением, в электрический сигнал. Тензорезистор – резистор, электрическое сопротивление которого изменяется в зависимости от его деформации. Такой преобразователь, будучи приклеенным к испытуемому объекту, воспринимает деформации его поверхностного слоя [5].

Бесконтактные тензодатчики. В таких устройствах передача сигнала от вращающихся частей к стационарным происходит при помощи беспроводного интерфейса.

Для измерения малых деформаций используют фольговые тензорезисторы, а для больших – проволочные [4].

Фотоупругие преобразователи крутящего момента. В фотоупругих преобразователях используется зависимость двойного лучепреломления некоторых изотропных веществ, например, синтетических смол, от их деформации, вызванной внешними силами.

Тонкие пленки таких смол хорошо сцепляются с металлом, и их деформация соответствует деформации поверхностного слоя металлической детали.

В приборах для измерения крутящего момента тонкий слой таких веществ наносится на упругий вал в виде кольца постоянной толщины. Измерение деформации, пропорциональной приложенному моменту производится по изменению прошедшего через вещество и отраженного от поверхности упругого вала луча на поверхности кольца.

Магнитоупругие датчики. При деформации ферромагнетиков их доменная структура изменяется, что вызывает изменение и электромагнитных свойств самого материала. Этот эффект называется магнитоупругость.

Магнитоупругость возникает и на валу при приложении к нему крутящего момента. Изменение приложенного электромагнитного поля под действием данного эффекта может быть зафиксировано и, тем самым, может быть зафиксирован крутящий момент.

За основу был взят кольцевой бесконтактный магнитоупругий датчик, так как имеет наибольшее число достоинств. МД состоит из одного кольца с катушками, возбуждающими электромагнитное поле на чувствительном элементе, и двух колец с измерительными катушками каждое, которые фиксируют изменение электромагнитного поля. При изменении электромагнитного поля на измерительных катушках

образуется разность ЭДС, и так система понимает, что к чувствительному элементу приложено усилие [5].

Основные области применения магнитоупругих датчиков:

- датчики трансмиссии;
- датчики рулевого управления;
- аэрокосмические двигатели и управление полетами;
- торсиометры для гребных винтов в кораблестроении;
- электроприводы прокатных станов;
- датчики боксования электропоездов и электровозов.

В следующей таблице сведены все преимущества и недостатки описанных выше методов косвенного и прямого контроля крутящего момента, а также датчиков крутящего момента.

Таблица 1 - Методы контроля крутящего момента

Датчики	Преимущества	Недостатки
Косвенный метод контроля крутящего момента		
Косвенный метод контроля момента	1. Затраты значительно ниже, чем при использовании прямых методов контроля. 2. Не требуется обслуживание.	1. Быстродействие гораздо ниже, чем при прямом контроле; 2. Высокая погрешность вследствие возможных изменений характеристик двигателя в процессе эксплуатации.
Прямой метод контроля крутящего момента с использованием датчиков		
Тензодатчики с контактными кольцами	1. Относительно несложный механизм установки датчика; 2. Не требуют технического обслуживания.	1. Относительно не высокая максимальная скорость контролируемого вала; 2. При малых скоростях для определения момента диаметр вала должен быть мал; 3. Изнашиваемость контактных колец, как следствие, относительно недолгий срок службы датчика при использовании на больших скоростях; 4. Со временем снижается точность изменения сопротивления [4].

Датчики	Преимущества	Недостатки
Бесконтактные тензодатчики	1. По сравнению с контактными кольцами имеют больший срок службы за счет отсутствия трения элементов измерения и передачи информации. 2. Измерение возможно на высоких скоростях. 3. Как правило, готовые датчики имеют компактную конструкцию.	1. При малых скоростях для определения момента диаметр вала должен быть мал. 2. Со временем точность изменения сопротивления снижается. 3. Фольговые датчики имеют малую механическую прочность; 4. Проволочные датчики чувствительны к температуре.
Фотоупругий преобразователь	1. Возможность измерения момента на высоких скоростях. 2. Устойчивость к превышениям предела измерений. 3. Высокая помехоустойчивость.	1. Невысокая точность. 2. Сложность установки.
Магнитоупругий	1. Бесконтактный контроль момента. 2. Отсутствие необходимости крепления элементов непосредственно на вал. 3. Простота конструкции и монтажа. 4. Отсутствие необходимости калибровки датчика в течение всего срока эксплуатации. 5. Увеличенный воздушный зазор между датчиком и валом. 6. Надежность и устойчивость к помехам и изменениям температуры.	1. При проектировании необходимо учитывать материал вала. 2. Невозможно различить какой тип момента прикладывается к валу

Таким образом, учитывая результаты сравнения существующих датчиков, для устранения боксования электропоездов целесообразно использовать бесконтактный магнитоупругий датчик.

Список литературы

1. Анисимов, В.А. Теория тяги поездов и тяговые расчеты. Монография / В.А. Анисимов, В.В. Анисимов. – Хабаровск: ДВГУПС, 2013.

2. Умурзаков, А.Д. Косвенный контроль выходных механических переменных асинхронного электродвигателя в электроприводе.:дис.... канд. тех. Наук/ А.Д. Умурзаков. – Томск, 2015. – 116 с.
3. Нестеров, А.С. Современные датчики крутящего момента. Состояние и тенденции развития / А.С. Нестеров, А.Н. Шишков, М.М. Дудкин, К.О. Черкасов // Современные научно-практические решения и подходы. 2016: материалы Пятой Международной научно-практической конференции. – Москва: Издательство Инфинити, 2016. – С. 93-98.
4. Гуманюк, М.Н. Магнитоупругие датчики / М.Н.Гуманюк. – Киев: Изд. «Техніка», 1968. – 157с.
5. Датчики момента. – http://www.eope.ee/_download/euni_repository/file/2393/Teooria.zip/_60.html
6. Левинтов, С.Д. Бесконтактные магнитоупругие датчики крутящего момента / С.Д. Левинтов, А.М. Борисов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 88с.

УДК 004.056.53

Динмухаметов Т.Г., Частикова В.А.

ОСНОВНЫЕ УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные угрозы облачных вычислений, а также рекомендации для предотвращения и минимизации перечисленных угроз.

Ключевые слова: облако, облачные технологии, провайдер, угроза, DoS-атака, уязвимость.

Abstract. This article discusses the main threats to cloud computing, as well recommendations to prevent and minimize these risks.

Keywords: cloud, cloud technologies, provider, threat, DoS-attack, vulnerability.

Количество облачных миграций с каждым годом возрастает, вопрос безопасности по-прежнему остается серьезной и актуальной темой. Первым шагом к минимизации рисков в облачных технологиях является своевременное определение ключевых угроз безопасности.

Утечка данных. Облачные среды подвержены таким же угрозам, что и традиционные корпоративные среды, но из-за большого количества данных, хранящихся на облачных серверах, провайдеры становятся более привлекательной целью для злоумышленников [1]. Серьезность

потенциального ущерба напрямую зависит от важности хранимых данных. Украденная персональная финансовая информация может иметь неприятные последствия, но кражи, включающие медицинскую информацию, коммерческие тайны и интеллектуальную собственность, могут иметь более серьезные последствия для репутации компании.

Когда происходит утечка данных, компанию могут ожидать штрафы, или она может быть втянута в судебные процессы или подвержена уголовным обвинениям. Расследования утечки и различные разбирательства могут стоить компании колоссальных средств. Косвенные воздействия, такие как, ущерб бренду и потеря бизнеса, приводят к затяжным процедурам восстановления имиджа компании.

Поставщики облачной инфраструктуры обычно применяют меры по обеспечению безопасности, но, в конечном счете, организации сами ответственны за защиту собственных данных в облаке. Для наиболее высокого уровня защиты рекомендуется использовать многофакторную аутентификацию и шифрование.

Взлом учетных данных и поврежденная аутентификация. Утечки данных и другие атаки часто следуют из-за слабой аутентификации и простых паролей. Компании часто борются с управлением идентификационными данными, поскольку они пытаются распределить роли доступа между пользователями. Что более важно, они иногда забывают удалять пользовательский доступ, когда меняются функции доступа или пользователь покидает организацию.

Системы многофакторной аутентификации, такие как, одноразовые пароли, аутентификация по телефону и смарт-карты, защищают облачные сервисы, то есть делают доступ в систему сложнее, например, при краже пароля.

Многие разработчики делают ошибку, встраивая учетные данные и криптографические ключи в исходный код и храня их в открытых репозиториях. Ключи должны быть соответственно защищены; хорошо защищенная инфраструктура открытых ключей необходима для максимальной защиты данных [2]. Они также должны периодически проверяться, чтобы снизить вероятность утечки.

Организации, планирующие объединять идентификационные данные с поставщиком облачной инфраструктуры, должны принять меры безопасности при работе с провайдером, чтобы защитить платформу данных. У централизации идентификационных данных в единственный репозиторий есть свои риски. Компаниям необходимо грамотно расставить приоритеты, найдя компромисс между удобством централизации идентификационных данных и риском стать целью злоумышленников.

Взлом интерфейса и API. Практически каждая услуга облачных приложений в настоящее время предлагает API(Application Programming Interface). Команды информационных технологий (ИТ) используют интерфейсы прикладного программирования для управления и взаимодействия с облачными сервисами, в том числе те, которые предлагают облаку выделение ресурсов, управление и мониторинг.

Безопасность и доступность "облачных" сервисов – от аутентификации и управления доступом до шифрования и контроля действия - зависят от безопасности API. Риск увеличивается с появлением третьих сторон, которые полагаются на API. Слабые интерфейсы и API подвергают компании угрозам безопасности, связанными с конфиденциальностью, целостностью и доступностью. API и интерфейсы являются наиболее уязвимой частью системы, так как они обычно доступны в открытом доступе в сети Интернет. Рекомендуется фокусироваться на безопасности кода и строгом тестировании на возможность проникновения.

Уязвимость используемых систем. Системные уязвимости или подходящие для использования ошибки в программах не новы, но они стали большей проблемой с появлением мультиаренды в облачных вычислениях. Организации совместно используют память, базы данных и другие ресурсы в непосредственной близости друг от друга, создавая новые возможности для атак.

Однако атаки на уязвимости используемых систем могут быть предотвращены с помощью основных процессов ИТ. Методы наиболее успешной практики включают регулярное сканирование уязвимостей, запросы управления исправлениями и быструю последующую обработку [2].

Затраты на закрытие системных уязвимостей относительно небольшие по сравнению с другими расходами ИТ. Затраты на ввод ИТ-процессов для обнаружения и устранения уязвимостей малы по сравнению с потенциальным ущербом. Процессы управления изменениями, которые касаются аварийного исправления, обеспечивающего проведение восстановительных работ, должны быть надлежащим образом задокументированы и рассмотрены техническими командами.

Взлом аккаунта. Фишинг, мошенничество, и вирусное программное обеспечение несут угрозы облачным сервисам, однако сюда же можно отнести и новые угрозы, такие как, управление транзакциями и редактирование данных. Злоумышленники могут также иметь возможность использовать приложение облака для запуска других атак.

Организации должны запретить совместное использование учетных данных между пользователями и услугами, а также применять многофакторную аутентификацию. Счета, даже если это учетные записи служб, должны контролироваться таким образом, чтобы каждая сделка могла быть отслежена с самого начала.

Вредоносные инсайдеры. Инсайдерские угрозы имеют несколько вариантов источников: действующий или бывший сотрудник, системный администратор, подрядчик или деловой партнер. Мотивы различны: от кражи данных до мести. Системы, которые зависят исключительно от поставщика облачного сервиса, обеспечивающего безопасность, подвергаются наибольшему риску.

Организациям рекомендуется контролировать процесс, ключи шифрования и осуществление различных функций, сводя к минимуму доступ, предоставляемый пользователям. Важное значение имеют эффективность протоколирования, мониторинга и аудита администратором.

Примером может быть администратор, который случайно копирует базу данных клиентов в общедоступный сервер. Правильное обучение и управление, способствует предотвращению подобных ошибок.

Целевые кибератаки. Целевая кибератака – далеко не редкость. Злоумышленника, задавшегося непосредственно целью установить и закрепить присутствие в целевой инфраструктуре, довольно непросто обнаружить. Для уменьшения рисков и профилактики таких угроз поставщики облачных услуг используют продвинутые средства безопасности. Но помимо современных методов, требуется понимание сущности и природы такого вида атак.

Рекомендуется проводить специализированное обучение сотрудников по опознанию техник злоумышленника, использовать расширенные инструменты безопасности, уметь правильно управлять процессами, знать о плановых ответных действиях на инциденты, применять профилактические меры, повышающие уровень безопасности инфраструктуры.

Перманентная потеря данных. По мере развития облаков, отчеты о постоянной потере данных из-за ошибок поставщика стали редкими. Но злоумышленники, зная о последствиях перманентного удаления данных из облака, преследуют цель навредить бизнесу, а также центрам облачных данных, для которых подобного рода атаки могут нанести непоправимый ущерб.

Важное значение имеют меры резервного копирования данных, а также стоит использовать метод аварийного восстановления. Ежедневное

резервное копирование и хранение данных на внешних защищенных площадках очень важны в облачных средах [2].

Для предотвращения потери данных не все зависит от провайдера облачных услуг. Если клиент шифрует данные перед загрузкой его в облако, то, клиент должен быть осторожным, чтобы защитить ключ шифрования. Потеря ключа может иметь серьезные последствия, вплоть до потери всех данных.

Недостаточная осведомленность. Организации, которые используют облако без полного понимания сущности облачных технологий и связанных с ними рисков, могут столкнуться с различными проблемами.

Операционные и архитектурные проблемы возникают, если команда разработчиков компании не очень хорошо знакома с облачными технологиями. Необходимо понимать функционирование облачных сервисов, предоставляемых поставщиком услуг. Это поможет ответить на вопрос, какие непосредственно риски берет на себя компания, заключая договор с хостинг-провайдером.

DoS-атаки. DoS-атаки (Denial of Service) существуют уже в течение многих лет, однако приобрели еще более широкую известность благодаря появлению облачных вычислений. Из-за DoS-атак могут замедлиться или просто прекратить работу сервисы, необходимые для работы организаций [2].

DoS-атаки потребляют большое количество вычислительной мощности, за которые, в конечном итоге, придется заплатить жертвам атаки. Несмотря на то, что DDoS-атаки являются очень распространенным явлением, компании должны понимать их особенности на прикладном уровне: они нацелены на уязвимости веб-серверов и баз данных. Провайдеры облачных технологий, как правило, лучше подготовлены справиться с DoS-атаками, чем их клиенты.

Общие опасности. Уязвимости в используемых технологиях представляют собой серьезную угрозу для облачных вычислений. Облачные провайдеры используют инфраструктуру, облачных приложений и, если возникает уязвимость на любом уровне, это влияет на все.

Если неотъемлемый компонент становится скомпрометирован– например, гипервизор, общий компонент платформы, или приложения – оно подвергает всю окружающую среду потенциальной угрозе. Рекомендуется использовать стратегию защиты на глубоком уровне, в том числе многофакторную аутентификацию на всех хостах, системы обнаружения вторжений на основе сети в главном узле и, применяя концепцию наименьших привилегий, придерживаться сегментирования сети.

Список литературы

1. Jajodia, S., Kant, K., Samarati, P., Singhal, A., Swarup, V., Wang, C. Secure Cloud Computing, 2014.

2. Jon-Michael Brook, Scott Field, Dave Shackleford, Vic Hargrave, Laurie Jameson, Michael Roza. The Treacherous 12 - Cloud Computing Top Threats in 2016, 2016.

УДК 004.056.53

Частикова В.А., Динмухаметов Т.Г.

АНАЛИЗ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

Аннотация. В данной статье приводится анализ возможных угроз безопасности в облачной IT-инфраструктуре, основанный на особенностях функционирования, взаимодействия и использования архитектуры облачных вычислений.

Ключевые слова: облако, облачные вычисления, виртуальная машина, сервер.

Abstract. This article there is an analysis of possible security threats in cloud IT-infrastructure, based on the specificsof functioning, interaction, and the use of cloud computing architecture.

Keywords: cloud, cloud computing, virtual machine, server.

Анализ возможных угроз и анализ рисков служат основой для выбора мер по обеспечению информационной безопасности систем облачных вычислений, которые должны быть осуществлены для снижения рисков до приемлемого уровня.

Инфраструктура информационных технологий (ИТ), основана на особенностях функционирования, достаточно легко применяемых и доступных виртуализованных ресурсов (таких как, аппаратные комплексы, сервисы и др.). Аппаратная виртуализация представляет собой технологию, которая позволяет большинству поставщиков услуг облачных вычислений, предлагать свои ресурсы [1]. Виртуализированные ресурсы могут быть перераспределены для подстройки под динамически растущие нагрузки, тем самым обеспечивая оптимальное использование ресурсов. Этот пул ресурсов традиционно предоставляется сообразно принципу «плата по мере использования». При этом владелец облака непосредственно гарантирует качество сервиса на базе конкретных договоров с пользователем.

Таким образом, можно отметить следующие основные черты облачных вычислений:

1) облачные вычисления представляют собой новую парадигму предоставления вычислительных ресурсов;

2) базовые инфраструктурные ресурсы (аппаратные ресурсы, системы хранения данных, системное программное снабжение) и приложения представляются в виде сервисов;

3) сервисы могут использоваться независящим поставщиком для внешних пользователей сообразно принципу «плата по мере использования», таким образом, основными чертами облачных вычислений можно указать виртуализацию и динамическую масштабируемость;

4) облачные сервисы имеют все шансы предоставляться окончательному пользователю посредством конкретного программного интерфейса API (Application Programming Interface) либо через интернет-браузер [2].

Общая модель облачных вычислений состоит из внутренней и наружной частей. Эти два элемента соединены в большинстве случаев через сеть Интернет. Посредством внешней части пользователь взаимодействует с системой; внутренняя часть – фактически само облако. Внешняя часть состоит из клиентского компьютера либо сети компьютеров компании и приложений, применяемых для доступа к облаку. Внутренняя часть представляет собой приложения, компьютеры, серверы и хранилища данных, создающие облако сервисов средством виртуализации (рис. 1).

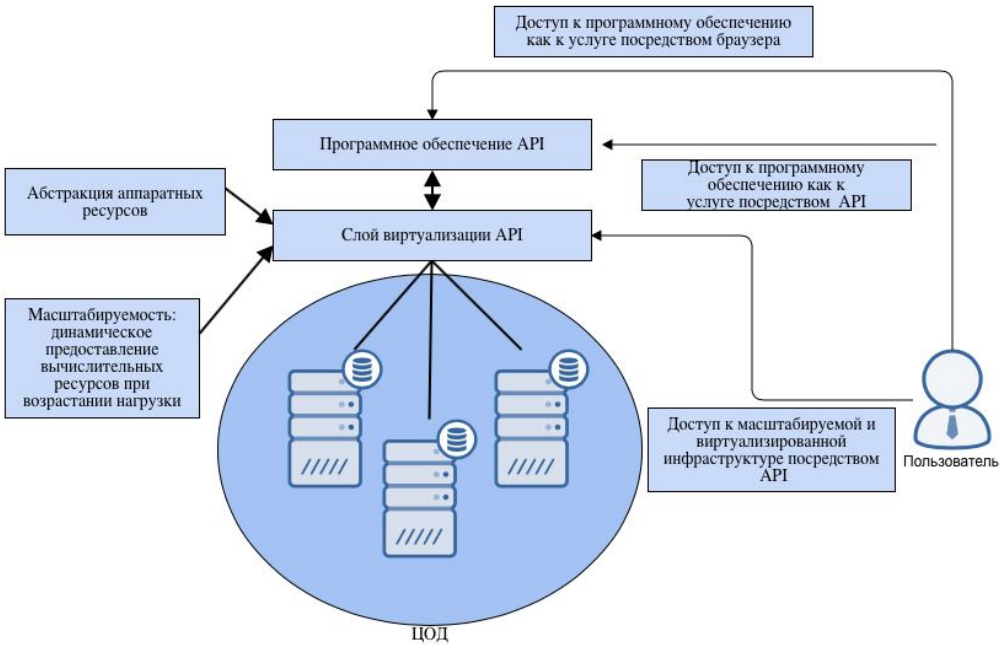


Рисунок 1 – Общая модель и основные особенности облачных вычислений

Перемещение имеющихся физических виртуальных машин (ВМ) из центра обработки данных (ЦОД) во внешние облака либо предоставление

IT-сервисов за пределами безопасного периметра в частных облаках приводит к тому, что периметр сети утрачивает смысл, а совместный уровень безопасности становится достаточно низким.

Если в обычных ЦОД доступ администраторов к серверам контролируется на физическом уровне, то в облачных вычислениях доступ происходит через сеть Интернет, что приводит к соответствующим угрозам. Поэтому критически принципиальным считается серьезный контроль доступа для администраторов, а также обеспечение контроля и прозрачность конфигураций на системном уровне.

Виртуальные машины динамичны. Изменчивость ВМ усложняет создание и поддержание целостной системы безопасности; уязвимости и ошибки в настройках имеют все шансы распространяться. Однако достаточно сложно зафиксировать для следующего аудита состояние защиты в какой-либо момент времени.

Серверы облачных вычислений используют непосредственно те же ОС и те же интернет-приложения, что и локальные виртуальные, и физические сервера. Поэтому для облачных систем угроза удаленного взлома либо инфицирования вредоносным кодом очень высока.

Еще одной опасностью считается угроза целостности данных: компрометации и кражи данных. Безопасность операционной системы и файлов приложений, а также внутренняя активность обязаны контролироваться.

Внедрение многопользовательских облачных сервисов усложняет соблюдение требований законов и стандартов, включающих в себя требования применения криптографических средств для защиты важной информации, такой как, информация об обладателе кредитной карты и информация, идентифицирующая человека. Это порождает достаточно непростую задачу обеспечения надежной защиты и безопасного доступа к защищаемым данным.

Базируясь на разборе вероятных угроз в облачных вычислениях, программно-аппаратный комплекс защиты основывается на следующих технологиях: обнаружение и перехват проникновений, брандмауэр, контроль целостности, защита от вредоносного программного обеспечения и анализ журналов.

Провайдеры облачных вычислений непосредственно используют виртуализацию для предоставления покупателям доступа к дешевым вычислительным ресурсам. При этом виртуальные машины покупателей разделяют одни и те же аппаратные ресурсы, что необходимо для большей экономической эффективности. Корпоративные клиенты, заинтересованные в использовании облачных вычислений для расширения собственной внутренней IT-инфраструктуры, обязаны учесть угрозы,

которые порождает данный шаг. Помимо обычных способов сетевой защиты центров обработки данных, использующих такие подходы безопасности, как: разделение демилитаризованных зон, средства контролирования состояния сети, сегментацию сети, пограничный брандмауэр, системы обнаружения и предотвращения вторжений, необходимо использовать программные механизмы защиты данных на серверах виртуализации либо на самих ВМ, так как с переносом ВМ на открытые облачные сервисы периметр корпоративной сети равномерно утрачивает значение, и на совместный уровень безопасности начинают существенно воздействовать менее защищенные узлы. Именно невозможность физического деления и внедрения аппаратных средств безопасности для отображения атак между ВМ приводит к необходимости размещения механизма защиты на сервере виртуализации либо на самих ВМ.

Таким образом, для наиболее успешного развития проектов, связанных с облачными вычислениями, необходимо уделять проблемам обеспечения информационной безопасности повышенное внимание. В особенности для общедоступного типа облаков, где наиболее актуальными становятся вопросы управления доступом пользователей и хранения информации ограниченного доступа, в частности, персональных данных в зашифрованном виде. Для решения задачи разделения доступа рекомендуется использовать методы персонификации доступа с применением современных средств многофакторной аутентификации – проверки подлинности заявленного пользователя [3].

Список литературы

1. Джордж Риз. Облачные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 288 с.

2. Радченко Г.И. Распределенные вычислительные системы / Г.И. Радченко. – Челябинск: Фотохудожник, 2012. – 184 с.

3. Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях. М.: ДМК-Пресс, 2012. – 592 с.

УДК 637.146

Климова Е.В.

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИИ И РЕЦЕПТУР КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПИТАНИЯ

Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, г. Орел

Аннотация. В статье рассматривается усовершенствование технологии кисломолочных продуктов для специализированного питания. Представлены результаты исследования изменения кислотности молочной закваски.

Ключевые слова: кисломолочные продукты, питание, биотехнология, диабет.

Abstract. In article improvement of technology of fermented milk products for specialized food is considered. Results of a research of change of acidity of dairy ferment are presented.

Keywords: fermented milk products, food, biotechnology, diabetes.

Актуальность данной работы обозначена тем, что число больных, страдающих от сахарного диабета постоянно растет. Это связано с увеличением средней продолжительности жизни, процессом урбанизации, ростом распространенности ожирения и других факторов риска, накоплением «диабетогенных» генов в популяции. При сахарном диабете нарушен углеводный обмен, вследствие недостаточного образования собственного инсулина (диабет первого типа), или нарушения его действия на ткани (диабет второго типа) [2].

Одними из наиболее частых отклонений населения от норм рационального питания стали:

1) неконтролируемое употребление высококалорийных продуктов (излишек энергии поступающей с пищей);

2) повышенное содержание жиров в рационе (колбаса, сыр, жирное мясо);

3) повышенное содержание сахара;

4) употребление спиртных напитков;

5) малое содержание пищевых волокон в рационе;

6) низкое потребление витаминов;

7) низкое содержание минеральных веществ и микроэлементов в рационе.

Правильно организованное питание (диетотерапия) – основа лечения диабета. Диабетикам рекомендуется употреблять любые кисломолочные продукты с маленьким процентом жирности. Кефир, ряженка, йогурт, творог содержат белок и микроэлементы, наполняют организм кальцием и фосфором, а также нормализуют флору кишечника – молочная кислота

способствует усваиванию глюкозы организмом больного человека. Кисломолочные продукты легко усваиваются организмом, так как при изготовлении этой продукции происходит расщепление белков, тем самым, желудок избавляется от дополнительной работы. Общее количество кисломолочных продуктов в день должно быть не более двух стаканов. Добавки из фруктов считаются лучшим десертом для диабетиков. Сыворотка молока является необходимым регулятором глюкозы в крови [1].

Йогурт может быть простым и недорогим способом предотвращения диабета и шансом обеспечить себе здоровую старость.Предпочтение лучше отдавать йогуртам без сахара и различных наполнителей. Общее количество кисломолочных продуктов в день должно быть не более двух стаканов.

Йогурт для диабетиков наиболее полезен, ведь в нем содержатся уникальные лактобактерии, нормализующие пищеварение, положительно воздействующие на иммунитет и очищающие организм от скопившихся в нем шлаков.

Употребление 28 г йогурта ежедневно – около четверти маленького стаканчика – снижает риск развития диабета почти на одну пятую.

Целями диетотерапии диабета являются:

- поддержание нормальногоуровеня сахара в крови;
- снижение избыточного веса и предупреждение ожирения;
- предотвращение нарушения жирового обмена.

Регулярное переедание и избыточное употребление легкоусваиваемых углеводов негативно сказывается на состоянии больных сахарным диабетом. У больных, владеющими навыками-самоконтроля и грамотного подбора дозы инсулина ухудшения состояния не наблюдается.

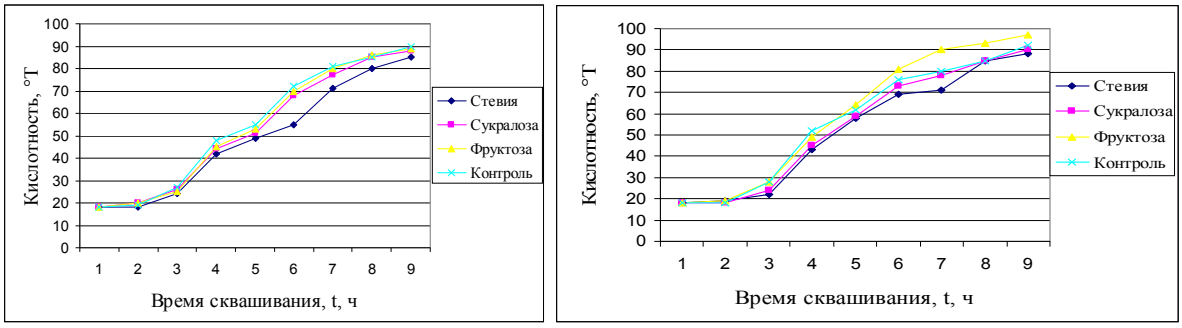
Диета может быть изокалорийной в случае отсутствия у больного избытка или дефицита массы тела. На долю углеводов должно приходиться 65 % суточного калоража. Предпочтение следует отдавать продуктам с высоким содержанием пищевой клетчатки, а так же продуктам, содержащим сложные, медленно всасывающиеся углеводы [4].

Диетологи советуют снизить долю белка до 10-35 %, что предупреждает риск развития микроангиопатии. Долю жиров так же рекомендуется снизить до 25-30 % с целью снизить риск развития атеросклероза. Стоит учитывать, что на долю предельных жиров должно приходиться до 7 % суточного калоража. Помимо этого, рекомендуется исключить из рациона крепкие алкогольные напитки [3].

Целью научной работы явилось усовершенствование технологии кисломолочных продуктов для специализированного питания.

Разработана серия продуктов, содержащие комплекс сухих микроорганизмов-пробиотиков «Эвиталия» (лиофильно высушенные штаммы молочного лактококка, термофильного стрептококка, ацидофильной швейцарской палочки и, протеоновые бактерий), закваску «Симбилакт Vivo» (лиофильно высушенные штаммы термофильного стрептококка, ацидофильной палочки и бифидобактерии), а также сахарозаменители – стевия, сукралоза и фруктоза. В качестве пребиотического компонента добавлен лемна-пектиновый полисахарид ряски малой (Lemna minor) [5].

В ходе исследований опытным путем была изучена динамика изменения одного из важнейших показателей молочной закваски – кислотности. Определение кислотности проводилось стандартным методом [6]. Для приготовления простокваши было использовано 2 вида закваски: «Эвиталия» и «Симбилакт Vivo». Влияние сахарозаменителей на скорость сбраживания этих заквасок представлено на рисунке 1.



а) б)

а) – образцы с закваской «Эвиталия»; б) – образцы с закваской «Симбилакт Vivo».

Рисунок 1 – График зависимости кислотности (К) от времени (t)

Из рисунка видно, что кислотность исходного молока-сырья без добавления комплекса сухих микроорганизмов пробиотиков «Эвиталия» и «Симбилакт Vivo» составляет 90 °Т, что соответствует ГОСТ Р 52093-2003 «Простокваша. Общие технические условия». Первые 3 часа сквашивания скорость изменения кислотности низкая. Это можно объяснить тем, что комплекс пробиотиков приспосабливался к условиям среды. Резкий скачок кислотности приходится на четвертый час сквашивания. В этот период микроорганизмы вошли в фазу интенсивного роста и обеспечили активное кисломолочное брожение с выделением молочной кислоты.

На основании данных рисунка 1 можно сказать, что процесс сквашивания молока и образование однородного сгустка прошел за 8 часов, при этом нарастание кислотности у образцов не одинаково. По сравнению с контрольным, образец на фруктозе достиг максимума

кислотности на 1 час раньше (за 7 часов). Так же стоит отметить, что его кислотность на 10 единиц выше контрольного и составила 90 °Т. Сукралоза и стевия не влияют на протекание сквашивания, следовательно, их можно вносить в закваску как до, так и после сквашивания. Кислотность всех образцов достигла 80 °Т, за исключением простокваши на фруктозе.

Исходя из данных рисунка можно заключить, что фруктоза и сукралоза не оказывают затормаживающего эффекта на процесс кисломолочного брожения. Они достигли максимального значения кислотности, как и контрольный образец, через 8 часов. Чего нельзя сказать о стевии, которая продлила процесс образования однородного сгустка на 1 час. Таким образом, целесообразно вносить этот сахарозаменитель после сбраживания. Итоговая кислотность всех образцов равна 85 °Т.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что разработанные образцы простокваши соответствуют ГОСТ 31456-2013 «Простокваша. Технические условия» по органолептическим и физико-химическим показателям.

Список литературы

1. Анциферов М.Б., Ростовцева Я.Г. Сахарный диабет: принципы медико-социальной защиты больных: учебное пособие. М.: Академия, 2008. 148 с.

2. Ахманов М.С. Диабет. Всё, что вы должны знать : учебное пособие. СПб: Вектор, 2010. 216 с.

3 Барановский А.Ю. Руководство по диетологии : справочное пособие. СПб.: Питер, 2007. 544 с.

4. Воробьев В.И. Организация оздоровительного и лечебного питания : учебное пособие. М.: Медицина, 2002. 448 с.

5. Климова Е.В. Исследование химического состава ряски малой (Lémna mínor) и перспективы использования в пищевой промышленности // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2015. № 6. С. 3-8.

6. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности: ГОСТ 3624-92. - Взамен ГОСТ 3624-674; введ. 01.01.1994.

УДК 658.5

Kholodilin I.YU., Nesterov A.S., Shishkov A.N., Sokhina A.V.

INDUSTRY 4.0: PRESENT AND FURURE

South Ural State University, Chelyabinsk

Abstract. The article is devoted to current tendencies of development of industrial production, in particular widely discussed Industry 4.0 technology. Industry 4.0 is actively promoted by such giants of the world economy as Siemens, Bosch and Festo. The essential role of automation and computerization in modern industrial production is presented. Advantages and disadvantages of implementation of the modern CAD-systems are considered. Their influence on the practice of a modern engineer is estimated. An analogy between modern technologies and Industry 4.0 is drawn. Potential advantages of Industry 4.0 at introduction in production are described.

Keywords: industrial revolution, Industry 4.0, CAD, smart grids, smart house, ICT.

1. Industry nowadays

In today's world industry is strongly connected with using of personal computers. In recent times industrial sphere cannot do without computers, which are widely used for the calculation, design automation, organization and planning of experimental research [1]. Computer programs are involved in the processing of the test results of cars, machinery, vehicles, the development of products of any complexity and scope for the design of communication (cable lines, pipelines), to analyze the manufacturability and for many other purposes [2].

The difference of a computer simulation is a deeper differentiation engineering sphere which includes quite clearly visible borders among its components such as invention, design and construction [3]. Each part is reduced to a relatively autonomous field of technical activity. In general, some aspects of design and construction, and even inventive activity rely on computers, i.e. execution of calculations redirect from man to machine. For example, in the Altium Designer software program there is impressive functionality of embedded software tools to help developers in the PCB layout. Altium Designer is capable of fully replacing the experienced designer: it is enough to draw a diagram of the program, place the components on the PCB, set the parameters, select auto routing mode and within seconds the program will provide finished board. Before the release of the CAD engineer needs far more time to design.

Moreover, diverse engineering groups have the opportunity to work together from different computers on the same model, or on a piece of software in multi-user programs, due to the process of creating the product becomes

easier and faster. Examples of such programs are MATLAB, SolidWorks. Consider the pros and cons of modern CAD implementation (Table. 1).

Table 1 - Pros and cons of modern CAD implementation

+	–
Appearing working mechanism of "man-technique, then it becomes possible to overcome limited human abilities through the using of computer thinking.	Engineer at an early stage is necessary most of the time devoted to the study program, the basics of working with her, which is especially difficult able to help in the absence of human or training literature.
Computer technologies are universal due to it can be applied in virtually all areas of engineering.	Engineer becomes dependent on computer technology in working, there is a replacement of human thought – computer.
CAD systems allow us to optimize engineering operations, speed up industrial activity, to replace a group of engineers, systems consisting of a smaller number of people with computer technology.	Increasing demands on employees, which entails unemployment. Hard to find an engineer, which is able to cope with high-tech manufacturing.
Engineering work has creative character, person makes alive their thoughts and ideas into reality by means of a computer.	Computer technology at this stage do not provide fully autonomous operation, human participation is required.

In Table 1 we can make the following conclusions:

– depending on particular conditions, engineer is able to change the chain of his actions. Computer thinking can solve a particular problem or issue, according to the specified conditions by a given algorithm, there is no adaptation to external factors;

– engineer intelligence operates with concepts and judgments that have a dialectical character, it is associated with abstractions, nonevident feelings, while the machine operates with calculations according to the laws of formal logic;

– in human brain unconscious activities and intuition are important that cannot be formalized and, therefore, presented in the form of computer programs.

The development of science brings some consequences:

– an increase in the rate of growth and the complexity and abstractness of scientific knowledge;

– the expansion of mathematical tools implementation of processes and computer technologies in industry, as the basis of new information technologies.

In the short term it becomes feasible implementation of artificial intelligence - the technical system capable of on the basis of the amount of

information the developer to make independent decisions and to educate themselves. Artificial intelligence is a symbiosis of mind and technical devices.

Probably, every day we are waiting for increasing use of intelligent systems applied and technical fields, as well as in everyday life. It is normal process: it should be happened as a natural result of the mankind progress.

2. On the eve of Industry 4.0

Today it is possible to draw analogies with existing technologies.

As a first example, you can bring “car of the future” Tesla Model S, which have a lot of car owners all over the world nowadays. At present this innovative electric car can be called by the presence of the autopilot function. Car collects data, analyzes, and then makes the right decisions, thus representing an adaptive system. In the same way independent and will operate a connected industrial machinery and entire production. equipment adaptation to external factors, as well as communication devices to each other and their co-operation will greatly speed up production and avoid accidents, just as it was with the Tesla Model S. It has been reported several cases in which this machine avoid road accidents in such situations, which were not visible to the human eye, and therefore it is possible due to the huge volume of sensors, control systems, data collection, data processing, which makes the car a complete picture of what is happening in its surrounding environment. Thus, we can assume that, if all cars had such a control system, it is likely that the accident would not have been at all. This example reflects the fact that the machine is capable of itself to find a way out of a difficult situation. Likewise, it is planned to organize and industrial production. For example, industrial equipment itself must keep track of defective products and make their own decisions about whether to remove the products from the conveyor or eliminate the defect on its own. Perhaps it would be feasible due to the presence of the Internet equipment. Through this high-tech equipment will be to search for solutions to problems on the Internet in the same way as it was done by people, but they will make an order of magnitude faster. Another idea – automatic maintenance. The equipment will be placed sensors that monitor the real wear and informing staff about this. The plants of up to 20% of the staff employed maintenance of machines and robots. At the same time 50% of the time they are in no way involved. For industrial companies this optimization can save up to 10% of production costs, that is a lot. "But this does not mean that to happen drastic reduction of personnel, but maybe some of the workers will have to undergo retraining. An example of this is the Festo factory for the production of pneumatic valves, valve terminals and electronics was opened in Sharnhauzen (Baden-Württemberg) in September 2015. Regarding "Industry 4.0", then the plant has actually implemented a few ideas. in one of the assembly stations

installed industrial robot with a secure communications system with man , i.e. a person and a robot, it can be said, are working side by side. The robot takes the parts and the man sets. In this case, the worker is not afraid of the robot in any way hurt him.

The second example is popular system “smart house”.

The system of “smart house” is a single automated control complex life-support systems. In each room there are various types of sensors that gather required information on the status of housing and forming input data for the computer system.

Smart house is different from its predecessor – "stupid"? The answer is logical: intellectuality, allowing a person to relieve yourself from the routine duties, shifting them to the "shoulders" of electronic systems, indeed the same contribute to the industrial revolution. Typical house of the future will be able to independently monitor the alarm system, heating, lighting, and even the well-being of residents:

• Smart House is able to keep track of their masters, as he leaves the room, and when it is removed to a sufficient distance heating system in the building will be reduced in order to save energy, and to return the hosts a comfortable temperature is restored.

• In case of a threat to the home or its occupants safety system immediately activates to a specific case of a function.

• Finding smoke, block the flow of gas, de-energize the relevant premises, activate the fire suppression system will send alarm or a recorded message to the service and you have a cell phone.

• Video Surveillance System, on a signal from the motion sensor will start recording and fix everything that is happening around your home, tape can be instantly transferred to the pre-specified external network resource.

• When you try to hack or intrusion, in addition to the alarm signal to the control of, a specified phone number will be sent you voicemail.

Your smartphone or tablet computer will allow yourself to program the optimal program for home appliances in a house adapted to your desires, to make living conditions more comfortable. Graphic screen always tell which program currently activated and the condition of the system. With a few buttons, you can manage all processes in-house.

Just as with smart home, the introduction of the Internet into commercial activities, will monitor the process with your smartphone from anywhere. Wherever you are, you will no longer be tied to the workplace, there will need to continue to conduct routine working life. The plant to Festo, the above-mentioned part of automatic production lines equipped with wireless internet, from which staff can get information about the current status or the need to take

any action right on your desktop computer tablet. And this are only the first steps.

3. What makes our Industry 4.0?

With the development of Industry 4.0 technology will penetrate not only to industry, but will also affect other sectors of activity [4]. It will develop the infrastructure of public transport, with the introduction of the Internet it is possible to create a full awareness of where one or another form of transport, and with a certain precision to report for duty vehicles can automatically inform the fault, call the maintenance crews, as well as sending a new route, so as not to stand out from the graph. Due to the fact that to pay for travel can be in any way possible, whether it be phone, watch, plastic card and the convenience of the account to get from point A to point B, it will be possible and easy abandonment of the car in favor of public transport. It will help to improve living standards, infrastructure development, as well as reducing air pollution from cars.

The use of information and communication technologies (ICT) can greatly reduce the harmful effects on the environment in sectors such as Industry 4.0, smart grids, "smart home" smart logistics, smart mobility, smart vehicles [5]. It is in particular possible by optimizing or enable completely new and more energy-efficient processes. The adoption of environmentally friendly practices in the functioning of the "smart" manufacturing and on various objects increases profits and protect the future of our planet. This is especially true when it comes to industrial processes in relation to the industrial revolution in the industry – Industry 4.0.

Improving the environmental performance of the fight against global warming and increasing management efficiency is a priority in the list of global problems that must be addressed with the utmost urgency. Used in the industry of information and communication technologies to improve their environmental performance is also in need of further improvement [6, 7].

Even today, solving the problems mentioned above, and it has significant progress in the field of development. Over the last generation lifetime of hundreds of millions of people out of extreme poverty. Significantly improved access to education. Distribution of the global network connectivity and scientific and technological innovation in different fields of medicine and energy, open enormous opportunities to accelerate human progress.

References

1. Borisov, A.M. Laboratornyy praktikum dlya izucheniya sredstv avtomatizatsii i upravleniya / A.M. Borisov, A.S. Nesterov // Vestnik Yuzhno-

Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Energetika». – 2010. – Vyp. 14. № 32 (208). – S. 70–75.

2. Borisov, A.M. Perspektivy razvitiya laboratornogo praktikuma po kursu «Avtomatizatsiya tipovykh tekhnologicheskikh protsessov i proizvodstvennykh ustanovok» / A.M. Borisov, A.N. Gorozhankin, G.I. Drachev, A.S. Nesterov // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Energetika». – 2012. – Vyp. 18. № 37 (296). – S. 111-116.

3. Nesterov, A.S. Laboratornyy kompleks dlya izucheniya sovremennykh tekhnicheskikh sredstv avtomatizatsii elektroprivodov / A.S. Nesterov, S. Kulikov, I. Khusainov // Silovaya elektronika. – 2012. – №6 – S. 11-12.

4. Gilchrist, Alasdair. Industry 4.0: The Industrial Internet of Things / Alasdair Gilchrist. Apress, 2016. – 250 p.

5. Zurawski, Richard. Integration technologies for industrial automated systems / Richard Zurawski. Taylor&Francis Group, 2007. – 595 p.

6. Industry 4.0. Opportunities and challenges of the industrial internet. PwC, 2014. – 52 p.

7. Industry 4.0: Building the digital enterprise. URL: http://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf (access date 21.12.2016)

УДК 621.436

Бурдыкин В.Д.

ПОВЫШЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ДАВЛЕНИЯ ВПРЫСКИВАНИЯ ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЕ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра, г. Воронеж

Аннотация. Предложена конструкция распылителя форсунки для дизеля, позволяющая повысить давление топлива в конечной фазе процесса впрыскивания. Что положительно сказывается на качестве распыливания топлива.

Ключевые слова: дизель, топливная аппаратура, распылитель, форсунка, качество распыливания топлива, параметры распылителя.

The proposed design of the injector nozzle for diesel, which allows to increase the pressure of fuel in the final phase of the process of injection. That positively affects the quality of atomization of the fuel.

Key words: diesel engine, fuel equipment, sprayer, atomizer, the quality of atomization of the fuel, the parameters of the atomizer.

Правильно выбранные конструктивные и регулировочные параметры топливоподающей системы способствуют получению высоких

эффективных показателей дизеля и надежности работы узлов и агрегатов аппаратуры. На процесс сгорания топлива в цилиндре дизеля оказывают влияние мелкость распыливания топлива, распределение его по камере сгорания, продолжительность и характеристика впрыскивания, т. е. распределение количества впрыскиваемого топлива по углу поворота коленчатого вала, и ряд других факторов. Начальная фаза впрыскивания влияет на скорость повышения давления в цилиндре и вместе с конечной - на эффективность сгорания топлива. Поэтому при доводке дизеля необходимо иметь возможность оценивать и изменять характер топливоподачи.

Одним из основных элементов топливоподающей системы, оказывающим влияние на формирование характеристики впрыскивания, и особенно ее конечной фазы, является форсунка. Зависимость экономических показателей и надежности работы двигателей от состояния форсунок делают весьма важным исследования по оценке влияния параметров самой форсунки на протекание процесса топливоподачи и на склонность распылителей форсунок к закоксовыванию проходных сечений [1].

Наиболее важной является конечная фаза подачи топлива. К этому времени содержание кислорода воздуха в цилиндре двигателя уменьшается, и для полного сгорания подаваемого топлива требуется мелкое его распыливание. Конец впрыскивания протекает при снижающемся давлении топлива в форсунке, а давление газов в цилиндре двигателя достигает к этому времени значения, близкого к максимальному. Поэтому истечение топлива в этой фазе впрыскивания происходит с малыми скоростями и, следовательно, с неудовлетворительным распыливанием.

Таким образом, в зависимости от конструкции и параметров форсунок, а также от скорости падения давления топлива в форсунке протекание конечной фазы подачи может быть различным. При доводке топливной аппаратуры необходимо учитывать эти факторы и стремиться как к сокращению продолжительности конечной фазы впрыскивания, так и к снижению возможности прорыва газов в распылитель. Одним из путей улучшения качества распыливания топлива в конечной фазе процесса впрыскивания является повышение давления топлива в этой фазе.

Для серийных распылителей с запорным конусом характерно то, что давление топлива в момент посадки на седло меньше, чем в начале подъеме. Это объясняется наличием характерного диаметра иглы распылителя-диаметра запорной кромки на поверхности конуса. В момент начала подъема иглы топливо воздействует на поверхность иглы

определяемую разностью диаметров направляющей иглы $d_{и}$ и характерного диаметра $d_{х}$. При посадке иглы топливо воздействует на большую площадь, определяемую только диаметром направляющей части иглы. Поэтому давление топлива при посадке иглы будет меньше чем при подъеме. Данное обстоятельство отрицательно сказывается на качестве распыливания топлива в этой фазе процесса впрыскивания.

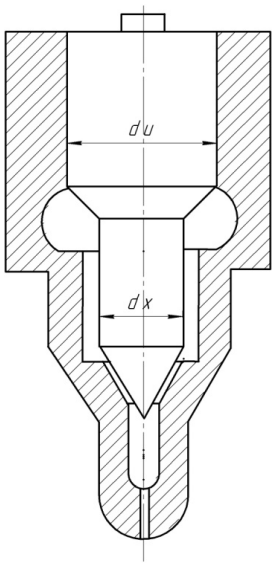


Рисунок 1 - Серийный распылитель.

При конструировании распылителей стремятся уменьшить посадочный диаметр иглы, тем самым обеспечивают повышение давления топлива при посадки иглы. Но в этом случае увеличиваются контактные напряжения по запорному конусу иглы, которые приводят к износу данных поверхностей и выходу из строя распылителя.

Одним из недостатков, присущих серийным распылителей является наличие запорного конуса иглы и корпуса распылителя. Многократные ударные нагрузки в запорном конусе приводят к износу контактирующих поверхностей. Устранение этих недостатков позволит увеличить срок эксплуатации распылителя. Для решения перечисленных проблем серийного распылителя предложена конструкция опытного распылителя[2].

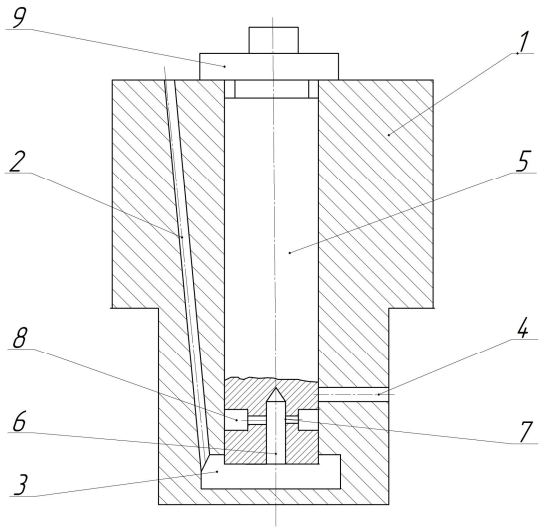


Рисунок 2 - Опытный распылитель форсунки

На рис. 2 изображен общий вид распылителя форсунки для дизеля.

Распылитель форсунки для дизеля содержит корпус 1 с топливоподводящим каналом 2, подклапанную полость 3 и распыливающие отверстия 4.

В корпусе 1 размещен золотниковый запорный клапан 5, выполненный в виде цилиндра. В золотниковом запорном клапане выполнены осевой канал 6 и радиальное отверстие 7. На внешней поверхности золотникового запорного клапана выполнена кольцевая проточка 8, в которую топливо поступает из полости 3 через осевой канал 6 и радиальное отверстие 7. В верхней части золотникового запорного клапана выполнен ограничитель 9 хода клапана 5, который ограничивает его передвижение вниз после окончания процесса впрыскивания. Золотниковый запорный клапан 5 верхней частью взаимодействует с другими элементами форсунки в виде ограничителя подъема золотникового запорного клапана, нажимной штанги и винтовой пружины.

Распылитель форсунки для дизеля работает следующим образом.

Топливо под высоким давлением от топливного насоса подается по топливоподводящему каналу 2 в подклапанную полость 3. При достижении давления топлива в корпусе распылителя 1, равного давлению начала впрыскивания, золотниковый запорный клапан 5, преодолевая усилия, перемещается вверх. В процессе движения происходит соединение кольцевой проточки 8 с распыливающими отверстиями 4, при этом топливо из полости 3 через осевой канал 6 и радиальное отверстие 7 поступает в кольцевую проточку 8 и к распыливающим отверстиям 4. Дальнейшее перемещение клапана ограничивается упором. Происходит впрыскивание топлива в цилиндр дизеля.

При прекращении подачи топлива насосом высокого давления (на чертеже не показан) и снижении давления топлива в подклапанной полости 3 до значения, равного началу подъема золотникового запорного клапана, он усилием пружины перемещается вниз, перекрывая распыливающие отверстия 4. Истечение топлива в цилиндр дизеля прекращается. Перемещение золотникового запорного клапана вниз прекращается при достижении ограничителем хода клапана 9 корпуса распылителя 1.

Так как в процессе работы форсунки давление топлива действует на постоянную площадь, то значения давлений топлива в момент начала подъема золотникового запорного клапана и в момент посадки его равны. Это позволяет обеспечить более мелкое распыливание топлива в конечной фазе процесса впрыскивания по сравнению с распылителями, снабженными дифференциальными площадками.

В процессе перемещения золотникового запорного клапана вниз, после прекращения подачи топлива, происходит взаимодействие ограничителя хода золотникового запорного клапана 9 с корпусом распылителя 1. Поверхность соприкосновения данных деталей может иметь значительно большую площадь по сравнению с конической поверхностью клапана с запорным конусом.

Удельные ударные нагрузки оказываются при этом значительно ниже, и, как следствие, это приводит к уменьшению износа взаимодействующих поверхностей. Износ контактных поверхностей ограничителя хода золотникового запорного клапана и корпуса распылителя в предлагаемой конструкции не оказывает влияния на герметичность и гидроплотность распылителя. Снижение износа контактирующих поверхностей форсунки может быть решена за счет изменения конструкции форсунки [3].

Таким образом, конструкция распылителя существенно упрощает технологичность изготовления его, повышает надежность, и качество распыливания топлива.

Список литературы

1. Трусов В.И. Форсунки автотракторных дизелей/ В.И. Трусов, В.П. Дмитренко, Г.Д, Масляный. М.: Машиностроение, 1977. 167 с.

2. Патент РФ № 2003105078/06, 20.02.2003. Кухарев М.Н., Бурдыкин В.Д., Грибанов А.В., Белоглазов А.В. Распылитель форсунки для дизеля// Патент России № 2239089. 2004. Бюл.32.

3. Патент РФ №2004103019/06, 02.02.2004. Кухарев М.Н., Бурдыкин В.Д., Грибанов А.В., Белоглазов А.В. Форсунка для дизеля// Патент России №2254493. 2005. Бюл.29.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 631.362

Оробинский В.И., Корнев А.С., Крюков А.С., Тарасенко А.П.

ВЛИЯНИЕ ТИПА ОЧИСТИТЕЛЯ ПЛОСКИХ РЕШЕТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ РАБОТЫ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. В статье представлены экспериментальные исследования по определению эффективности использования очистителя в виде пружины в сравнении с шариковым очистителем и анализ результатов.

Ключевые слова: очиститель в виде пружины, зерноочистительная машина, решетный стан, зерновой ворох, шариковый очиститель.

Abstract. The article presents experimental studies to determine the efficiency the use of a cleaner with springs compared to with ball cleaner and analysis of results.

Keywords: cleaner with springs, grain-cleaning machine, sieve pan, details of grain, ball cleaner.

Одной из самых затратных, трудоемких и энергоемких операций в уборочной страде является послеуборочная обработка выращенного урожая зерновых, зернобобовых и других культур. Многочисленными исследованиями установлено, что для получения семян, отвечающих требованиям действующего ГОСТа, является фракционная технология послеуборочной обработки зернового вороха [5, 12, 13]. Зерноочистительные агрегаты и зерноочистительные комплексы, как в нашей стране, так и за рубежом, являются основными средствами послеуборочной обработки зернового материала. Технологические линии данных комплексов комплектуются высокопроизводительными зерноочистительными машинами, производительность которых зависит от множества факторов: конструктивно-технологических и режимных параметров работы машин, состава и физико-механических свойств обрабатываемого вороха. Зерновой ворох представляет собой механическую смесь различных компонентов (полноценные семена, щуплые и поврежденные, семена других культур, сорных растений), примесей минерального и органического происхождения. Высокий уровень травмирования и наличие огромного количества засорителей, имеющих как правило повышенную влажность, которая даже при кратковременном хранении передается семенам основной культуры, создавая тем самым благоприятные условия для обитания и размножения микроорганизмов, ухудшающих посевные качества семян [6, 11, 14, 15].

Одним из основных показателей, обеспечивающих эффективность работы машин для послеуборочной обработки зернового вороха, с целью увеличения их производительности является качество очистки решет. На отечественных и зарубежных зерноочистительных машинах для очистки плоских решет используются шариковые очистители. Они имеют свои преимущества и недостатки. К преимуществам можно отнести простоту конструкции, отсутствие приводного механизма, небольшие габаритные размеры решетного стана, надежность и долговечность. К недостаткам относятся большая колеблющаяся масса и образование мертвых зон на решетах, что приводит к дополнительной вибрации машин и снижению коэффициента использования живого сечения решет [1, 2, 7].

Для проведения исследований по влиянию типа очистителя плоских решет на эффективность их работы был взят ворох озимой пшеницы Московская 39 с влажностью в момент обмолота 13,8%, стекловидность и клейковина составили 63,0 и 27,1% соответственно. Качественный состав вороха приведен в таблице 1.

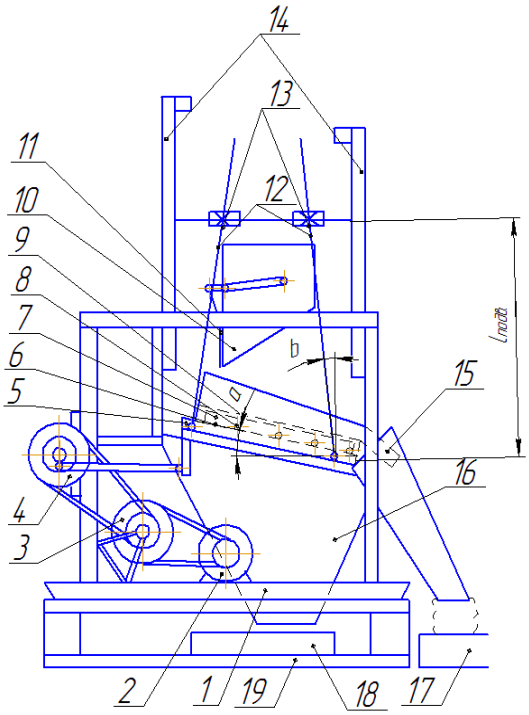
Таблица 1. Качественны состав вороха озимой пшеницы Московская 39

№ опыта	Целое зерно, %	Дробленое зерно, %	Зерно в пленке, %	Засорители, %	
				крупные	мелкие
1	83,4	6,7	0,92	8,12	4,21
2	82,4	7,1	0,96	7,95	4,11
3	82,1	5,9	0,94	8,64	3,97
4	83,9	6,3	0,98	8,34	3,95
5	84,1	6,5	0,95	7,94	4,32
6	82,6	6,1	0,97	8,41	4,28
Среднее	83,1	6,4	0,95	8,23	4,14

Анализ данных таблицы 1 показывает, что уровень дробления превышает требования ГОСТа и составляет 6,4%, в зерновом ворохе находится целого зерна 83,1 %, зерна в пленке 0,95%, крупных и мелких засорителей 8,23и 4,14%соответственно.

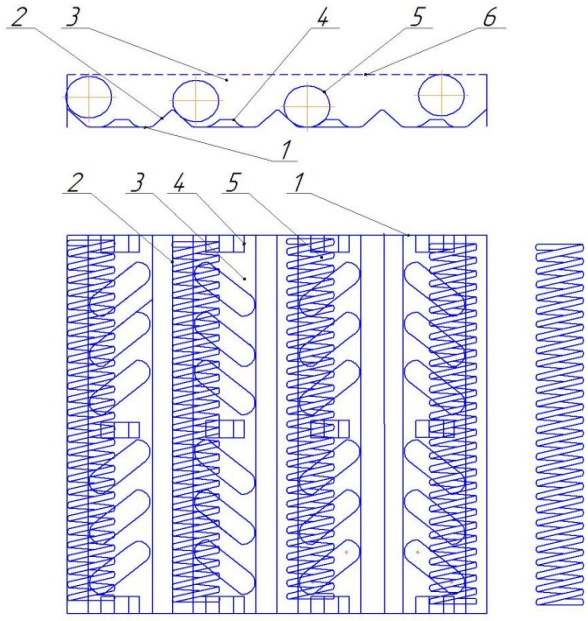
Исследования проводили на изготовленной нами экспериментальной установке, схема которой представлена на рисунке 1 [3, 4, 8].

Для очистки плоских решет от застрявших в отверстиях элементов зернового вороха на экспериментальной установке применяли шариковый очиститель и разработанный на кафедре СХМ Воронежского ГАУ очиститель в виде пружины. Схема отражательной поверхности с экспериментальным очистителем представлена на рисунке 2 [9, 10].



1 – рама; 2 –электродвигатель; 3 – вариатор; 4 – кривошипно-шатунный механизм; 5 - решетный стан; 6 – отражательная поверхность; 7 - подвижная клетчатая рамка; 8 – шарик; 9 – решето; 10 – бункер; 11 – дозирующая заслонка; 12 –плоские пружины подвесок; 13 – регулировочные кронштейны;14 – направляющие; 15,16 –скатные поверхности; 17 – бункер для схода; 18 – бункер для прохода; 19 –подставка; α-угол наклона решета; b- угол наклона подвесок решетного стана; $l_{подв.}$- длина подвесок решетного стана.

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки



1 – отражательная поверхность; 2 – рифы; 3 – ячейка; 4 – направляющие; 5 – очиститель; 6 – решето

Рисунок 2 - Схема отражательной поверхности

Экспериментальная установка работает следующим образом: исходная зерновая смесь подается в бункер 10, оттуда через заслонку 11 самотеком поступает на решето 9 решетного стана 5, совершающего колебания близкие к горизонтальным. Очистительные элементы 8, совершая колебания в подрешетном пространстве, ударяют по решету снизу, выбивая застрявшие зерновки из отверстий, тем самым совершая его очистку. Зерновая фракция, просеявшаяся через решето 9, по скатной поверхности поступает в бункер для прохода 18.Зерновая фракция, идущая сходом, поступает в бункер для схода 17 [3, 4].

Установлено, что применение очистителя в виде пружины повышает интенсивность сепарации при различных режимах работы решетного стана в среднем на 7,4% [3, 4]. Исследования забиваемости решет с прямоугольными отверстиями шириной 2,6 мм проводили при производительности 20 и 40 т/ч, для этой цели использовали шарики диаметром 22, 24, 26мм и очистители в виде пружины диаметром 22, 24, 26 мм и длинной 190мм. Частота вращения вала привода составляла 400 мин$^{-1}$, амплитуда колебаний решетного стана 28,0 мм. В каждую ячейку устанавливали по два шарика или один очиститель в виде пружины. Длину разделительной ячейки изменяли при разной производительности, а ширина ячейки была равной 200 мм и оставалась постоянной. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние типа очистителя плоских решет на коэффициент использования живого сечения К

Длина клетки, мм	Производитель-ность, т/ч	Шарики			Очиститель в виде пружины		
		d=22, мм	d=24, мм	d=26, мм	d=22, мм	d=24, мм	d=26, мм
30	20	0,84	0,85	0,87	0,87	0,87	0,88
	40	0,85	0,87	0,88	0,90	0,89	0,91
40	20	0,86	0,88	0,91	0,92	0,93	0,94
	40	0,87	0,90	0,91	0,95	0,95	0,96
50	20	0,93	0,94	0,95	0,98	0,98	0,97
	40	0,94	0,95	0,96	0,98	0,97	0,99
60	20	0,92	0,93	0,92	0,93	0,94	0,94
	40	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,91
70	20	0,82	0,85	0,84	0,87	0,86	0,88
	40	0,83	0,84	0,83	0,86	0,86	0,87

Анализ результатов исследований, представленных в таблице 2 показывает, что с увеличением длины ячейки от 30,0 до 70,0 мм при различных подачах коэффициент использования живого сечения решета сначала возрастает, а затем снижается. Максимальное значение К

наблюдается при длине ячейки равной 50 мм. Высшее значение К для очистителей в виде пружины в сравнении с шариковыми очистителями объясняется большим числом контактов его с решетом при работе зерноочистительной машины. По нашему мнению применение предлагаемых технических решений по использованию очистителей решет в виде пружин позволит существенно повысить качество очистки решет, производительность зерноочистительных машин и снизить колеблющуюся массу решет за счет снижения массы очистителей.

Список литературы

1. К вопросу повышения эффективности работы механизма очистки решет / А.С. Корнев , В.И. Оробинский, В.П. Шацкий, А.А. Сундеев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета, 2015. – № 2(45). – С. 65-71.
2. Корнев, А.С. К вопросу повышения эффективности работы плоских решет / А.С. Корнев, В.И. Оробинский // Инновационные технологии и технические средства для АПК: мат. науч. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – С. 9-13.
3. Корнев, А.С. Влияние типа отражательной поверхности и размеров разделительной ячейки на качество очистки решет / А.С. Корнев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета – 2015. – № 1(44). – С. 53-57.
4. Корнев, А.С. Повышение эффективности сепарации зерна на плоских решетах зерноочистительных машин: Диссертация к. т. н.: 05.20.01 / А.С. Корнев – Воронеж, 2015. – 156 с.
5. Оробинский, В.И. Влияние режимов работы очистки комбайна на потери и травмирование зерна при уборке / Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 2. С. 6-7.
6. Оробинский, В.И. Фракционирование зернового вороха и качество семян / В.И. Оробинский // Тракторы и сельхозмашины. – 2006. – № 10. – С. 29-30.
7. Обоснование режимных параметров очистки решет призмами / А.П. Тарасенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 12. – С. 7-8.
8. Пат. 135543 Российская Федерация, МПК B 07B 1/46. Решетный стан зерноочистительной машины / Сундеев А.А., Гиевский А.М, Тарасенко А.П. Оробинский В.И., Корнев А.С.; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет. № 2012105740/03; заявл. 17.02.2012; опубл. 20.12.13, Бюл. №35. – 7 с.
9. Пат. 141156 Российская Федерация, МПК B 07 B 1/54. Очиститель плоских решет / Сундеев А.А., Оробинский В.И., Корнев А.С.;

заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет. № 2013153596/03; заявл. 03.12.2013; опубл. 27.05.14, Бюл. №15. – 6 с

10. Пат. № 157324 Российская Федерация, МПК A 01 F 12/44; Решетный стан / Корнев А.С., Оробинский В.И., Шацкий В.П.,: заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет. № 2015110525/03; заявл. 24.03.2015; опубл. 27.11.2015, Бюл. №. – 3 с.

11. Пат. № 2298441 Российская Федерация, МПК A 01 F 12/44; Аспирационная система зерноочистительной машины / Тарасенко А.П., Оробинский В.И., Шередекин В.В., Сундеев А.А., Королев А.И.: заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет. № 2005111617/03; заявл. 19.04.2005; опубл. 27.10.2006, Бюл. №.

12. Повышение качества зерна / А.П. Тарасенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 10. – С. 7-9.

13. Тарасенко, А.П. Совершенствование послеуборочной обработки семян зерновых культур / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1999. – № 12. – С. 27-28.

14. Фракционирование зернового вороха на решетах / А.П. Тарасенко [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2012. – № 5. – С. 26-29.

15. Шацкий, В.П. Регулирование скорости воздушного потока в аспирационных каналах зерноочистительной машины / В.П. Шацкий, В.И. Оробинский, А.И. Королев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 9. – С. 3-4.

УДК: 631.95

Высоцкая Е.А.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ БИОЛОГИЧЕСКОГО РЕСУРСА ПОДСОЛНЕЧНИКА В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. В статье представлен практический материал по использованию различных технологических приемов, в том числе с использованием биологически активных и традиционных препаратов ухода за подсолнечником. Приводятся

результаты, обосновывающие возможность повышения биологического ресурса культуры при экологизации земледелия.

Ключевые слова: биологически активные вещества, биологический ресурс, Воронежская область, подсолнечник, технология.

Abstract. The article presents a practical material on the Use of a variety of processing methods, including with using of biologically active preparations and traditional care for under-dory. The results, proving an opportunity to elevated biological resource culture at greening agriculture.

Keywords: biologically active substances, biological resource, Voronezh region, sunflowers, technology.

В ряду мероприятий по повышению продуктивности подсолнечника в современном земледелии большей частью традиционно используются удобрения, однако в литературных источниках описаны такие методы как использование биологически активных веществ [1, 2, 3, 4].

Среди сельскохозяйственных культур, районированных в Воронежской области, одной из основных является подсолнечник и экономическое значение для региона трудно переоценить. В регионе интенсифицируются технологии выращивания подсолнечника, что позволяет области ежегодно увеличивать урожайность данной культуры. Однако, высокая урожайность в большинстве случаев достигается путем интенсивной химизации технологии выращивания подсолнечника, что в конечном итоге негативно сказывается на экологическом состоянии почв, так же сохраняется вероятность попадания токсикантов в растительное масло. В результате нарушения севооборотов при возделывании подсолнечника производителям для того, чтобы защитить данную культуру от заразихи и мучнистой росы приходится использовать химические средства защиты растений более интенсивно. Таким образом, необходимо внедрять в производство экологически безопасные мероприятия, которые будут способствовать повышению продуктивности подсолнечника. Описанные в данных литературных источниках методы показали высокую эффективность, однако они не были апробированы в Воронежской и для оценки их внедрения в природно-климатических и почвенных условиях Воронежской области необходимы опытно-экспериментальные исследования.

Целью исследований было проведение сравнительного анализа экологически безопасных технологий позволяющих на практике реализовать биологический ресурс подсолнечника в условиях Воронежской области. В качестве элементов опытных технологий мы использовали следующие: 1) применение биостимуляторов и регуляторов роста (опыт); 2) стандартная технология с внесением минеральных удобрений (контроль).

Опытно экспериментальная работа проводилась в 2015-2016 гг., на территории сельского поселения Дзержинский Эртильского района Воронежской области (ООО «ИСТОК»).

Были заложены два опытных участка, высевался гибрид Триумф, широко районированный в Центральном Черноземье.

Используемый гибрид является скороспелым простым межлинейным, интенсивного типа. Вегетационный период 79-82 дня. Отличается высоким уровнем урожайности. Масличность семян до 52%. Высота растения 185-195 см. Устойчив к заразихе и ложной мучнистой росе, отличается высокой толерантностью к фомопсису. Хорошая приспособляемость к различным почвенно-климатическим условиям.

Схемой опыта было предусмотрено изучение следующих вариантов:

Опытный участок № 1 (контроль). В качестве минеральных удобрений применяли азотно-фосфорные удобрения N60-80 P60-90. Осенью до зяблевой вспашки вносились органические удобрения (до 20 т/га хорошо перепревшего навоза). В качестве протравителя использовали Фунгицидный препарат контактного действия для предпосевной обработки 100 г/л имазалила + 60 г/л тебуконазола.

Опытный участок № 2. В качестве стимулятора роста мы использовали крезацин. Крезацин является адаптогеном широкого спектра действия, он стимулирует корнеобразование; ускоряет рост, развитие и сроки созревания; увеличивает урожайность, а так же повышает устойчивость растений к болезням. Семена обработали препаратом крезацин 1 пакетик (10 гр.) на 2 л воды (24 часа), 0,5% раствор. В качестве протравы семена обрабатывались баковой смесью: вермикулен жк (Т=1,0×109 КОЕ) - 3,0 л/т + иммуноцитофит таб., (20 г/кг) - 0,5 г/т + гумитам-5 ж 0,15-0,20 мл/т и растения (в фазах 2-4 пар листьев и в начале цветения) обрабатывались баковой смесью: вермикулен жк (Т=1,0×109 КОЕ) - 3,0 л/га + иммуноцитофит таб., (20 г/кг)-0,5 г/га + гумитам-5 ж 5-6 л/га [5,6].

Подсолнечник сеяли ручными сажалками по предварительно промаркированному полю с формированием густоты растений до фазы 3–4 листьев 40 тыс. растений/га [2].

В делянках располагалось по 2 рядка, с междурядьем 0,70м, площадью 10м2. Длина рядка 5 метров. Повторность четырехкратная. Всего делянок 8.

Все работы в опыте проводили вручную (предпосевная обработка, посев, уход за растениями и уборку). Подготовка почвы перед посевом проводили вручную на глубину 10…12см, срок обработки 27 мая. Посев подсолнечника проводили вручную на глубину 8…10 см. В 2016 году из-за обильных осадков сроки сева сдвинулись на 5 июня. Уход за посевами проводили вручную. Проводилось две междурядные обработки.

В опыте изучали влияние сочетания препаратов крезацин + вермикулен жк + иммуноцитофит + гуммитам на урожайность семян подсолнечника и получили следующие результаты.

Более урожайным был опыт крезацин + вермикулен жк + иммуноцитофит + гуммитам. Прибавка по сравнению с контролем составила в 2015 году – 2,77 ц/га, в 2016 году – 2,17 ц/га. Следует отметить снижение урожайности, как в контрольном, так и в экспериментальном опыте в 2016 году, однако оно было характерно для региона в целом и было обусловлено погодно-климатическими условиями, в частности большим чем в 2015 году количеством осадков и поздним сроком сева.

Анализ корзинки показал, что количество семян в корзинке увеличивается с 365 штук на контроле до 765 штук – на варианте крезацин + вермикулен жк + иммуноцитофит + гуммитам. Количество пустых семян уменьшается с 128 (65%) штук на контроле до 68 (35%) у образцов с экспериментальных делянок .

Масса 1000 семян была меньшей на контроле – в среднем 57,3 г в периферийной части. На вариантах крезацин + вермикулен жк + иммуноцитофит + гуммитам в периферийной части 85,4 г.

Таким образом, результаты опыта позволяют сделать вывод, согласно которому в Воронежской области можно рекомендовать использование в технологии возделывания подсолнечника биологически активные вещества, в частности крезацин, который использовался в данном исследовании в сочетании с биопрепаратом вермикулен жк, используется совместно с иммуноростовым веществом иммуноцитофит и жидким гуминовым препаратом гуммитам, которые позволяют повысить болезнеустойчивость и биологический ресурс подсолнечника, в том числе за счет экологически безопасных приемов защиты растений подсолнечника от гнили и неблагоприятных условий внешней среды.

Список литературы

1. Астахов А.А. Предпосевная обработка семян подсолнечника // Вестник АПК. – 2001. – №9.

2. Высоцкая Е.А. Экологически безопасные мероприятия по повышению продуктивности подсолнечника на черноземах в условиях воронежской области /Е.А.Высоцкая // Молодой ученый. 2013. № 1. С. 428-431.

3. Высоцкая Е.А. Прикладные проблемы рационального использования и воспроизводства биологических ресурсов агроценозов Воронежской области /Е.А.Высоцкая // Глобальный научный потенциал. 2013. № 2 (23). с. 65-67.

4. Высоцкая Е.А. Проблемы, состояние и биологическая продуктивность черноземных почв агроценозов Воронежской области /Е.А.Высоцкая // Перспективы и темпы научного развития. 2013. № 1. с. 46-48.

5. Высоцкая Е.А. Практические подходы к регулированию качества и урожайности продукции растениеводства в агроценозах Воронежской области /Е.А.Высоцкая // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2013. № 1. с. 43-47.

6. Фирсов В. Ф., Маслиенко Л. В., Чухланцев А. Ю. Способ повышения болезнеустойчивости и продуктивности подсолнечника (патент № 2409933) /http://www.freepatent.ru/patents/2409933

УДК 332.2(470.57)

Мурзагалина А.Р., Кутлияров А.Н.

СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ИГЛИНСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», г.Уфа

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы состояния земель сельскохозяйственного назначения в Иглинском районе Республики Башкортостан.

Ключевые слова: земельный фонд, эродированность земель, противоэрозионные мероприятия, планирование и использование земель, мониторинг земель.

Abstract. In the article the questions of the status of agricultural land in Iglinskiy district of Bashkortostan Republic.

Key words: land Fund, the degree of erosion of lands, anti-erosion measures, planning and land use, land monitoring.

По данным государственного учета земель земельный фонд Иглинского района по состоянию на 1 января 2012 года составил 245588 га. Из них земли сельскохозяйственного назначения 121239 га [2].

Под пашни отведено 44874 га земли, под сенокосы – 19102 га, под пастбища – 34287 га. Это довольно большое количество сельскохозяйственных предприятий для активного развития сельского хозяйства. Основное направление - выращивание зерновых культур и разведение крупного рогатого скота мясомолочного направления. Также развито пчеловодство и имеется пчеловодческая станция. Плодово-ягодные насаждения по своей площади занимает одно из первых мест в республике [10].

Согласно проведенным данным федеральной службы государственной службы статистики РБ к 2015 году общее площади обрабатываемых земель всеми видами хозяйств по сравнению 1990 года сократились на 24 тыс. га. Сельскохозяйственные организации сократили площадь обрабатываемых земель к 2015 году по сравнению с 1990 года в 3 раза. Повсеместное сокращение площадей под сельскохозяйственные культуры можно объяснить малой производительной мощностью сельскохозяйственных организаций и слабой технической оснащенностью фермерских хозяйств [3,7].

Основными отраслями сельскохозяйственного производства является животноводство мясомолочного направления и растениеводство.

Великолепные луга и пастбища, сенокосные угодья дают столько сена, что можно заниматься стойловым животноводством по западному типу. Полностью эти природные ресурсы не используются. В пределах района слабо развито коневодство, не производят в промышленных масштабах кумыс, хотя условия для коневодства самые подходящие [5].

В Иглинском районе зарегистрировано 142 крупных и мелких хозяйств и предприятий, занимающихся сельскохозяйственным производством. Основу экономики сельского хозяйства района составляют 6 крупных сельхозпредприятий, в том числе 1 муниципальное предприятие. Это –«Весна», МУСП «Искра» и КФХ Масягутова. На их долю приходится около 50% посевных площадей и поголовья скота. Есть отдельные эффективно работающие небольшие фермерские хозяйства – КФХ Григорьева, КФХ Юнусова [6,9].

В пределах Иглинского района отмечено проявление водной и ветровой эрозии. Водная эрозия проявляется в виде плоскостной и линейной. В первом случае с поверхности пахотного слоя временными водотоками смываются наиболее плодородные частицы почвы, а во втором, кроме смыва, на пахотных полях образуются овраги.

На крутых склонах речных долин, оврагов и водоразделов, лишенных лесных насаждений, наблюдается очень активный размыв почв и коренных пород [10].

Более половины пахотных земель подвержены водной эрозии. Эродированные почвы характеризуются переуплотненностью пахотного слоя, распыленностью структуры, низкой биологической активностью, недостаточным содержанием подвижного фосфора и азота и высокой кислотностью. Интенсивное развитие карста также очень активно способствует понижению плодородности почв.

Территория района относится к Прибельской увалисто-волнистой равнине, находится в Забельском районе широколиственных лесов. Район примыкает к западному склону Южного Урала. Характерной чертой этого района является обилие залегающих здесь гипсов, в результате чего

образовалось много карстовых провальных воронок, озер, травянистых и моховых болот. В настоящий момент процессы карстообразования происходят в районе с. Кальтовка, д. Охлебинино и других местностях, приуроченных к долинам рек, оврагам, балкам.

В комплексе мероприятий по борьбе с эрозией почв значительное место занимает защитное лесоразведение. Создание лесомелиоративных насаждений и гидротехнических сооружений направлено на максимальное прекращение эрозии. Однако гидротехнические сооружения являются наиболее дорогостоящими из комплекса противоэрозийных мероприятий. Система лесозащитных насаждений, улучшая микроклимат, улучшает водно-физические свойства почвы, значительно повышает эффективность агротехнических приемов и внесения удобрений, сокращает сток и смыв почв на склоновых землях, способствует постепенному превращению эродированных земель в высокопродуктивные угодья [3,6].

Вывод: Стратегия землепользования должна быть направлена для исключения эрозионных процессов, улучшения гумусного состояния, влагопроницаемости, влагоемкости и биологической активности почв. Для этого, в первую очередь, необходимо исключить из пахотных земель сильноэродированные почвы и проводить почвозащитные агролесомелиоративные мероприятия.

Список литературы

1.Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 30.12.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016)// Собрание законодательства РФ.- 2001.- N 44. ст. 4147

2.Афанасьев Ю.А., Фомин С.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. – М.: МНЭПУ.-1998.-238с

3.Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Республике Башкортостан в 2015 году [текст]. -Уфа: Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Республике Башкортостан.- 2016.- 240 с.

4.Кутлияров, А.Н. Экономический аспект повышения качества земель сельскохозяйственного назначения [Текст] / А.Н. Кутлияров // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.- 2007. - № 5.- С. 85.

5.Кутлияров, А.Н. Модель организационно-экономического механизма защиты земель сельскохозяйственного назначения от деградации [Текст] / А.Н. Кутлияров, Д.Н. Кутлияров // Достижения науки и техники АПК.- 2009.- -№ 9.- С. 5-6.

6.Кутлияров, Д.Н. Об эколого-экономическом обосновании противоэрозионных гидротехнических мероприятий в Республике

Башкортостан [Текст] / Д.Н. Кутлияров, А.Н. Кутлияров // Природообустройство.- 2010. - №4.- С.108-110.

7.Кутлияров, Д.Н. О проблемах повышения качества земель в Республике Башкортостан и пути их решения [Текст] / Д.Н. Кутлияров, А.Н. Кутлияров // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2012.- № 1.- С. 59-62.

8.Кутлияров, А.Н. Экономические основы защиты земель от деградации [Текст] / А.Н. Кутлияров, Д.Н. Кутлияров // Башкирский экологический вестник - Уфа: 2010. - №2. - С. 64-67.

9.Кутлияров, А.Н. Вопросы правового обеспечения организационно-экономического механизма защиты земель от деградации в Республике Башкортостан [Текст] / А.Н. Кутлияров // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2008.- № 7.- С. 78-79.

10.Отчеты Иглинского района по состоянию и развитию экономики за 2013-2016 гг.250 с. (дата оповещения 03.11.2016)

УДК 621.928:631.363.2

Мерчалов С.В., Мамонтов Е.А.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ СЕПАРАТОРОВ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО ЗЕРНА

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. В статье предлагается для разделения измельченного материала на фракции использовать сепарирующие поверхности с клиновидными калибрующими каналами гравитационного и инерционного типа действия. Для решения вопроса многодиапазонной классификации без остановки технологического процесса можно использовать коническую и дисковую центрифуги с клиновидными каналами для разделения сыпучего

Ключевые слова: сепаратор, конус, клиновидный канал, многодиапазонная классификация, промежуточное сепарирование.

Annotation. The article is proposed for the separation of micronized material into fractions use the cone separating surface with wedge kalibrujushhimi channels gravitational type. To address the issue of multiband classification without stopping the technological process, you can use the cone and disc centrifuges with a wedge to separate channels of bulk material.

Keywords: separator, cone, wedge-shaped Channel Multiband classification, separation.

На сегодня особую актуальность приобретает широкое использование нетрадиционных источников энергии, разработка энергосберегающих технологий и техники, в первую очередь, для

массовых технологических процессов, одним из которых является сепарирование зерна и продуктов его переработки [1].

Анализ отечественной и зарубежной литературы по вопросам измельчения зерна показал, что для улучшения качества готового продукта и уменьшения затрат энергии при его измельчении целесообразно использовать промежуточное сепарирование. Данная операция позволяет из измельченной дерти выделять готовые мелкие фракции для кормления животных, а крупные фракции отправлять обратно на доизмельчение[1;5].

В настоящее время для ведения данной операции в технологические схемы измельчения зерна дробилки включают сепараторы с различными схемами движения материала и конструкциями сепарирующих поверхностей..

Для разделения измельченного материала на фракции можно использовать сепарирующие поверхности с клиновидными калибрующими каналами. Процесс сепарирования в данных конструкциях могут осуществляться за счет гравитационных, центробежных и аэродинамических сил воздействия. Применение клиновидных каналов в сепараторе, где каналы расширяются по ходу движения материала, позволяет частицам во время движения всё время испытывать себя на проход, что повышает вероятность их выхода и не застревать, как это наблюдается у сепарирующих поверхностей с фиксирующимися калибрующими отверстиями. Это позволяет увеличить остроту сепарирования и увеличить производительность устройства по готовому продукту.

Заданный гранулометрический состав готового продукта обеспечивается назначенной соответствующей шириной (начальной и конечной) расширяющегося канала калибрующего канала.

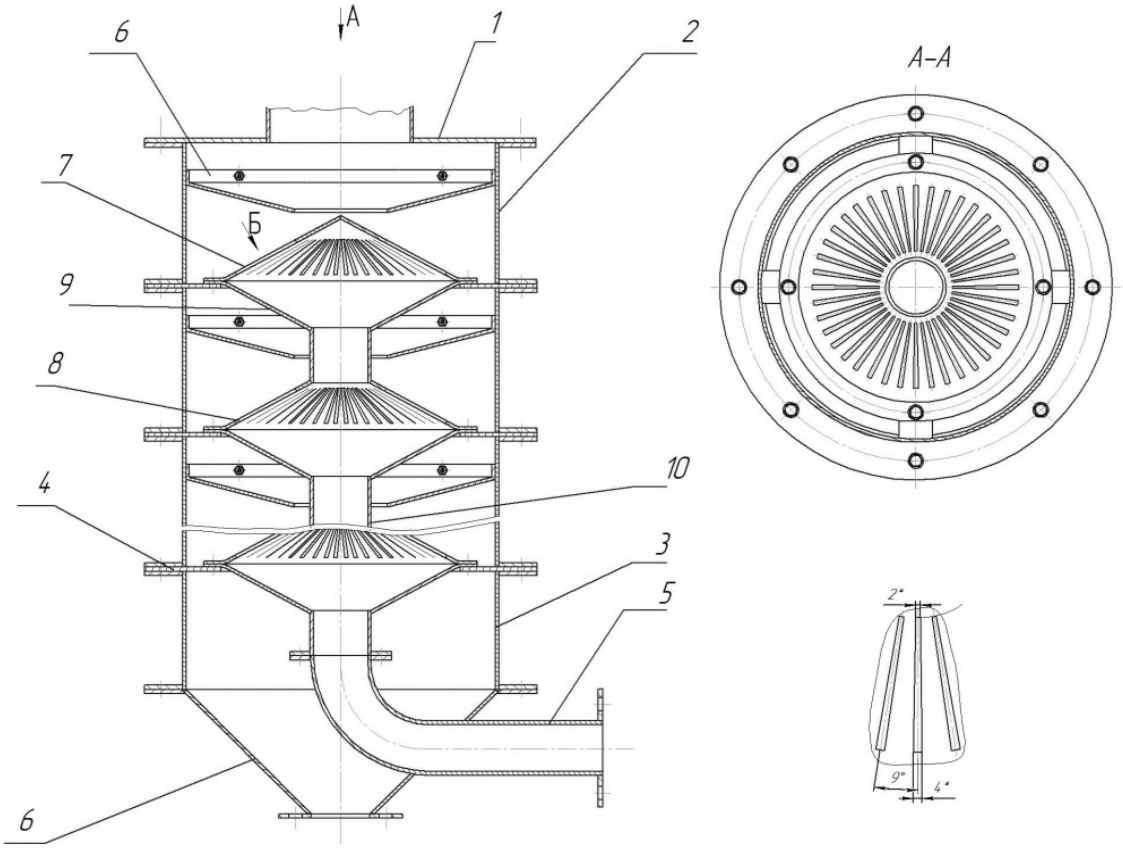
На основе анализа известных конструкций сепараторов и их недостатков нами разработано несколько новых сепарирующих устройств защищенных авторскими свидетельствами и патентами [6,7,8,9], которые могут работать в замкнутом цикле с дробилками или отдельно с сыпучим материалом с применением клиновидных каналов для разделения сыпучих материалов по крупности.

Конструктивно–технологическая схема сепаратора[6], где сепарирующая поверхность выполнена в виде отдельных конусов с клиновидными калибрующими каналами изображена на рисунке 1.

Сепарирующая поверхность выполнена в виде отдельных нескольких сепарирующих конусов 7 и 8 с клиновидными каналами и сборниками мелкой проходовой фракции 9 и установлены последовательно друг за другом. Внутренние полости конических поверхностей сообщены друг с другом патрубком мелкой фракции 10,

что дает возможность без каких-либо дополнительных устройств выводить мелкую проходовую фракцию одним патрубком 5. Сходовая фракция выводится из сепаратора для дальнейшей обработке сборником сходовой фракции 6. Процесс разделения осуществляется за счет воздействия гравитационного поля.

Сепаратор работает следующим образом: исходный материал из по пневмопроводу поступает на первую конусную течку, которая направляет на вершину первого сепарирующего конуса 7. По ходу движения проходовые частицы выделяются под действием составляющей силы тяжести в конус-сборник 9 и далее патрубком 10 выводится наружу патрубком5. Сходовая фракция с первого сепарирующего конуса 7, содержащая как крупные, так и мелкие частицы, не успевшие выделиться, поступают через технологический зазор на следующую направляющую течку, которая изменяет направление движения материала и направляет его последовательно на второй и третий сепарирующие конуса, где окончательно подвергается сепарированию. Крупные частицы патрубком 6 выводятся из сепаратора для дальнейшего измельчения.

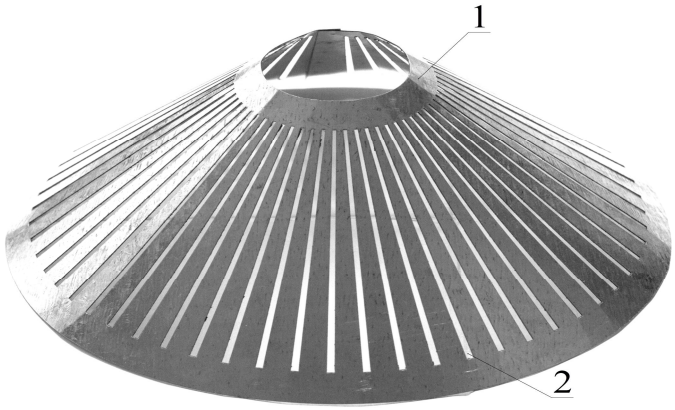


1–крышка; 2–секция; 3–секция; 4–кольцо опорное;5–патрубок мелкой фракции; 6–сборник сходовой фракции ; 7,8– сепарирующие конусы; 9–сборник проходовой мелкой фракции; 10–патрубок мелкой фракции.

Рисунок 1–Конструктивно-технологическая схема гравитационного сепаратора в виде отдельных конусов

Преимуществом устройства является то, что внутри сепаратора установлены направляющие, которые изменяют направление движения материала при переходе с одного разделяющего конуса на другой, что приводит к перемешиванию слоев материала и к самосортированию частиц, в результате чего частицы верхнего слоя переходят в нижний и наоборот. Отсюда снимается проблема перемешивания слоев, которая в прежних сепараторах решалась вибрированием продукта.

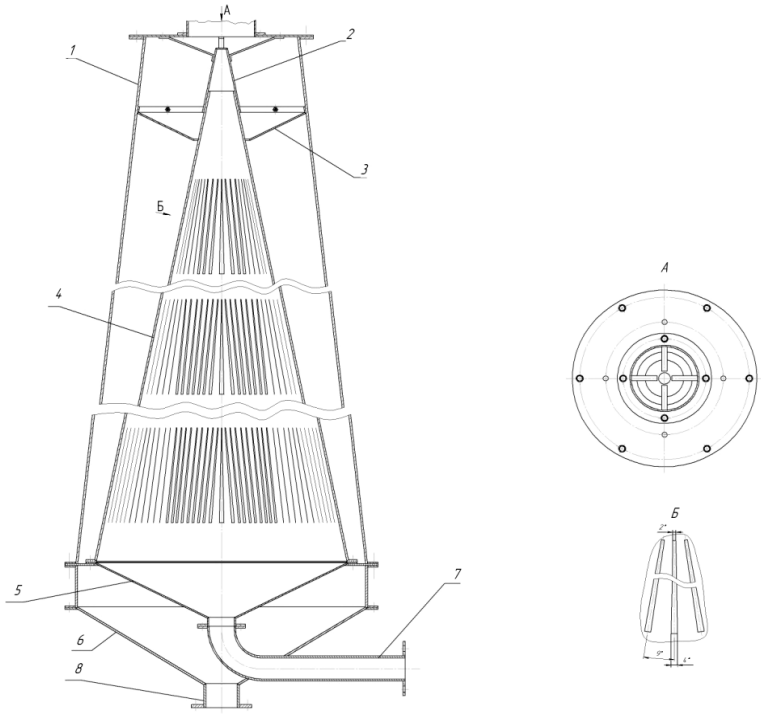
На рисунке 2 представлен предлагаемый сепарирующий конус с клиновидными каналами.



1-сепарирующая поверхность; 2–клиновидный канал.

Рисунок 2 –Сепарирующий конус

Конструктивно–технологическая схема сепаратора [7], где сепарирующая поверхность выполнена в виде одного конуса с последовательно выполненными сепарирующими секциями клиновидных калибрующих каналов, изображена на рисунке 3 . Такое техническое решение упрощает конструкцию сепаратора, потому что внутренняя полость конуса является общим сборником мелкой готовой фракции.



1–корпус; 2–вершина конуса; 3–направляющий конус; 4–кольцо опорное; 5–патрубок мелкой фракции; 6– сборник сходовой фракции ; 7,8– сепарирующие конус.

Рисунок 3 – Конструктивно-технологическая схема гравитационного сепаратора в виде одного конуса

Разделение измельченного зернового материала в предлагаемых конструкциях происходит за счет воздействия гравитационного поля и не требует дополнительных затрат энергии на сам процесс. Энергия требуется, только для подъема обрабатываемого материла на определенную технологическую высоту. Данные устройство можно использовать отдельно, как самостоятельные машины или в составе технологических линиях измельчения зерна с промежуточным сепарированием дробилок КДУ-2, КДМ-2, ДБ-5.

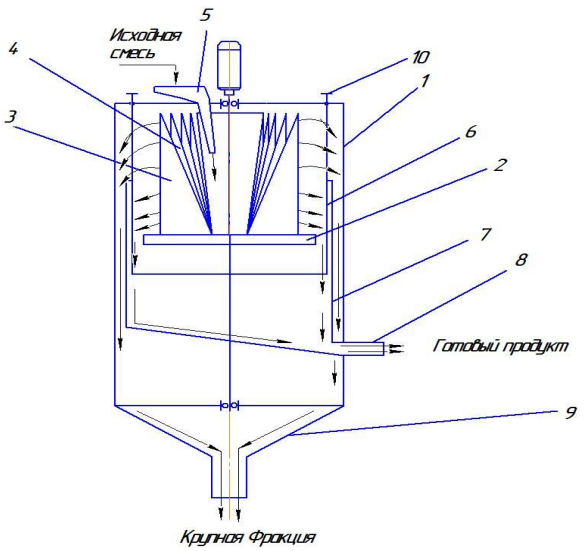
Использование в едином цикле измельчения зерна данного сепаратора дает следующее преимущество: постановка конусного разделителя между вентилятором – швырялкой дробилки и циклоном позволяет использовать энергию воздушного потока для перемещения материала в сепаратор и ведения операции просеивания без дополнительных затрат энергии. Решается также вопрос транспортировки крупной непроходной фракции обратно в дробильную камеру на доизмельчение с помощью воздушного потока.

Таким образом в предлагаемых конструкциях гравитационных сепараторов можно из различных исходных измельченных зерновых материалов получать готовый продукт заданного гранулометрического состава.

Большое значение имеет решение проблемы многодиапазонной классификации обрабатываемого сыпучего материала [1;2;3]. Нами предлагается вариант решения вопроса многодиапазонной классификации с помощью конической центрифуги с клиновидными каналами для разделения сыпучего материала [8]. Конструктивно-технологическая схема центробежного конического сепаратора в виде пластин прямоугольного треугольника представлена на рисунке 4.

Сепаратор состоит из корпуса 1, внутри которого с возможностью вращения установлено сепарирующее устройство на приводном диске2 в виде пластин прямоугольного треугольника3 закрепленных жестко с ним. Пластины установлены так, что гипотенузами обращены к загрузочному приспособлению 5, образую внутреннюю коническую поверхность с клиновидными каналами 4, расширяющиеся от вершины конуса к его основанию, а большими катетами направлены наружу, образую цилиндрическую поверхность. Меньшими катетами жестко закреплены с приводным диском 2 и расположены на нем по окружности.

Для осуществления многодиапазонной классификации с наружной цилиндрической стороны сепаратора, образованной большими катетами установлен сквозной цилиндр 6 для отбора готового продукта с тягами 10 (цилиндр имеет возможность возвратно-поступательного движения). Сам сквозной цилиндр 6 сообщается со сборником готового прдукта 7и далее с патрубком 8 вывода готового продукта.



1–корпус; 2–диск; 3–пластина в виде прямоугольного треугольника; 4–клиновидный канал; 5–бункер загрузочный; 6– цилиндр сквозной ; 7– сборник готового продукта; 8- патрубок вывода готового продукта; 9–патрубок вывода крупной фракции; 10–тяги цилиндра

Рисунок 4– Конструктивно-технологическая схема центробежного конического сепаратора в виде пластин прямоугольного треугольника

Сепаратор работает следующим образом. Измельченный материал поступает в загрузочное приспособление 1 и далее во внутреннюю коническую поверхность, образованную гипотенузами прямоугольных пластин 2 на приводной диск 7, где за счет центробежной силы направляются на клиновидные каналы 3. Более мелкие частицы выходят в начале пути движения по каналу, более крупные - движутся вверх, если размер их становится меньше ширины канала на любом участке длины канала, то они тотчас же выходят. Сходовые частицы движутся по каналу и направляются в патрубок 6 и выводятся наружу.

Для отбора фракций заданного гранулометрического состава опускают или поднимают тягами 10 цилиндр 6, что позволяет отбирать продукт с любой длины канала и любого класса крупности. Одним из преимуществ данного решения является простота устройства для отбора готовых фракций. Предложенная конструкция сепаратора дает возможность вести процесс многодиапазонного инерционного сепарирования без остановки технологической линии для настройки ее с одного режима на другой.

Данный сепаратор можно применять в гибких технологических процессах с автоматизированной системой управления.

Высокая эффективность сепарирования и исключение застрявания частиц в клиновидных отверстиях достигается правильным сочетанием угла конуса сепаратора с углом клиновидности калибрующего канала и с учетом физико-механических свойств материала.

Список литературы

1. Афанасьев В.А.Эффективность двухстадийного измельчения сырья при производстве комбикормов для животноводческих комплексов/ В.А. Афанасьев, А.Н. Плаксина//Труды /ВНИИКП ВНПО «Комбикорм»,1987. Вып.-30.-С.61-65.

2. Мерчалов С.В. Влияние внешней циркулирующей нагрузки на производительность дробилки / С.В. Мерчалов // Совершенствование технологий и технических средств механизации сельского хозяйства. сб. науч. тр. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2003.– С. 239-24

3. Мерчалов С.В. Технологические возможности гравитационного сепаратора / С.В. Мерчалов, А.С.Мерчалов // Агропромышленный комплекс на рубеже веков: Материалы международной науч.- практ.конф., посвященной 85- летию агроинженерного факультета, ч.1/ С.В. Мерчалов, А.С.Мерчалов. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2015.– С. 149-156

4. Пеев Г.Д. Исследование безрешетной дробилки с вихревым сепаратором / Г.Д. Пеев //Науч.тр./ВИЭСХ,1986, Т-62.-С.100-106.

5.Баранов Н.Ф. Сравнительные исследования дробилок с пневмосепараторами/ Н.Ф. Баранов//Механизация процессов в

животноводстве и кормопроизводстве: сб. науч. тр. – Пермь,2003.– С. 242-245.

6. А. с.1747152 СССР, В02 С 13/00.Устройство для измельчения кормов / А. А. Сундеев, С. В. Мерчалов; заявитель и патентообладатель: Воронеж. гос. аграр. ун-т. -№ 4835727/33; заявл. 07.06.90, опубл.15.07.92. Бюл. № 26.-3с.

7. Пат. №2097150 Р Ф, МПК 6 В 07В 1/06. Гравитационный сепаратор / С.В. Мерчалов, А.А. Сундеев; заявитель и патентообладатель: Воронеж. гос. аграр. ун-т. – №96109775/03; заявл. 13.05.96; опубл. 27.11. 97, Бюл. № 33. – 3 с.

8. Пат. №2004975 Российская Федерация, МПК В 02С 13/04. Дробилка для кормов / С.В. Мерчалов, А. А. Сундеев, заявитель и патентообладатель: Воронеж. гос. аграр. ун-т. – №5032460/33; заявл. 16.03.92; опубл. 30.12. 93, Бюл. № 47-48. – 3с.

9. Пат. №2170626 Российская Федерация, МПК В 07 В 1/08. Центробежный классификатор / С.В. Мерчалов, М.Э. Мерчалова, Ю.Н.Баранов, заявитель и патентообладатель: Воронеж. гос. аграр. ун-т. – №2000110478/03; заявл. 24.04.2000; опубл. 20.07. 2001, Бюл. № 20. – 3с.

УДК 631.354.004

Солдатов Ю.И., Казаров К.Р., Трофимова Т.А.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ КАРТИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ПРИ УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР КОМБАЙНОМ JOHN DEERE 9670 STS

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. В статье проанализированы вопросы использования системы картирования урожайности. Рассмотрен один из методов решения проблемы повышения точности соответствия записи датчика и места взятия проб на примере комбайна John Deere 9670 STS.

Ключевые слова: точное земледелие, карта урожайности, датчики замера урожайности.

Annotation. In this article questions were analyzed using the system for mapping yields. Consider one of the methods for solving the problem of improving the accuracy of matching sensor recording and sampling locations on the example of the combine John Deere 9670 STS.

Keywords: precision agriculture, yield map, sensors measure the yield.

В настоящее время рост цен на топливо, семена, удобрения, сельскохозяйственную технику и другие средства сельхозпроизводства требует повышать эффективность их использования.

Данную проблему помогает решить система картирования урожайности, которая уже стремительно начинает внедряться во всём мире. Она помогает выявить проблемные участки, чтобы целенаправленно изучить причины снижения урожайности и принять соответствующие меры. На карте кроме урожайности можно отобразить влажность, потери и др. [1]

Одной из проблем картирования является повышение точности соответствия записи датчика и места взятия проб. В данной статье сделана попытка определения точности картирования на примере роторного комбайна John Deere 9670 STS и жатки 630 R, эксплуатируемого в колхозе имени Докучаева, пос. Вознесенский, Таловского района, Воронежской области.

Для этого нами изучалась скорость прохождения убранной зерновой массы от места скашивания до фиксации урожайности датчиком картирования.

Для расчета скорости прохождения зерновой массы необходимо определить время его перемещения на каждом рабочем участке. В таблицах 1, 2 и 3 приведены технические данные рабочих органов зерноуборочного комбайна John Deere9670STS и жатки 630R.

Таблица 1. Обороты рабочих органов комбайна.[2]

Тип рабочего органа	Число оборотов мин$^{-1}$
Барабан молотильного аппарата	380…1000
Приёмный битер	440/800
Выпускной битер	849
Элеватор чистого зерна	426
Разгрузочный шнек бункера чистого зерна	458
Элеватор нижний шнек (колосовой)	405
Верхний шнек, Колосовой элеватор	640
Привод зерноочистки	300
Транспортирующие шнеки	433
Первичный вал наклонной камеры	540…560
Число оборотов шнека жатки	150

Таблица 2. Размеры рабочих органов жатки.

Длина жатки, $l_{жат}$, мм	9140
Диаметр шнека $d_{шн}$, мм,	400
Расстояние между витками a, мм	660
Число витков, q	12

Таблица 3. Размеры рабочих органов комбайна.

Тип рабочего органа	Длина, мм
Диаметр наклонного транспортёра	250
Длина наклонного транспортёра	2000
Диаметр транспортёра зернового элеватора	370
Длина транспортёра зернового элеватора	2500
Длина шнека чистого зерна	2000
Диаметр шнека чистого зерна	30
Длина ротора	2000

Для определения времени перемещения срезанной зерновой массы на жатке нами определена скорость его осевого перемещения по шнеку $v_{шн}$ без коэффициента проскальзывания

$$v_{шн} = d_{шн} \cdot n_{шн} \quad (1)$$

где $d_{шн}$–диаметр шнека, $d_{шн}$=0,66 м, $n_{шн}$– число оборотов шнека $n_{шн}$=150 мин$^{-1}$=2,5 с$^{-1}$.

$$v_{шн.} = 0{,}66 \cdot 2{,}5 = 1{,}65 \text{ м/с}$$

Скорость осевого перемещения зернового потока вдоль шнека жатки $v_{шн}$ составляет 1,65 м/с.

Зная скорость и длину жатки вычислим время движения зерновой массы от левого края жатки до наклонной камеры $t_{шн}$.

$$t_{шн} = \frac{l_{жат}}{2 \cdot v_{шн}} \quad (2)$$

где – $l_{жат}$ рабочая длина жатки, $l_{жат}$=9,14м.

$$t_{шн} = \frac{9.14}{2 * 1.65} = 2.77\ c$$

Зная время движения зернового потока от левого края жатки до наклонной камеры, построим график зависимости времени движения от длины жатки.

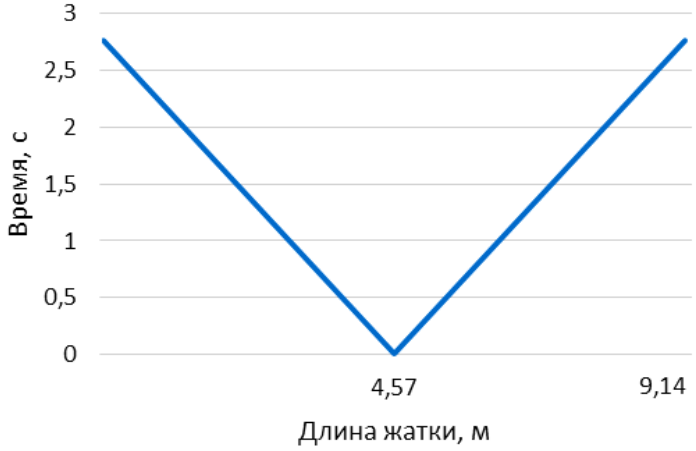


Рисунок 1 - Время движения зерновой массы в зависимости от длины жатки

Среднее время перемещения зерновой массы по жатке составляет 1,4 с.

Если принять среднюю скорость комбайна $v_{ср.к}$=2 м/с, то за это время комбайн проезжает путь

$$s = v_{ср.к} \cdot t_{шн} = 2 \cdot 2{,}77 = 5{,}54 \text{ м.}$$

График перемещения зерновой массы приведен на рис.2.

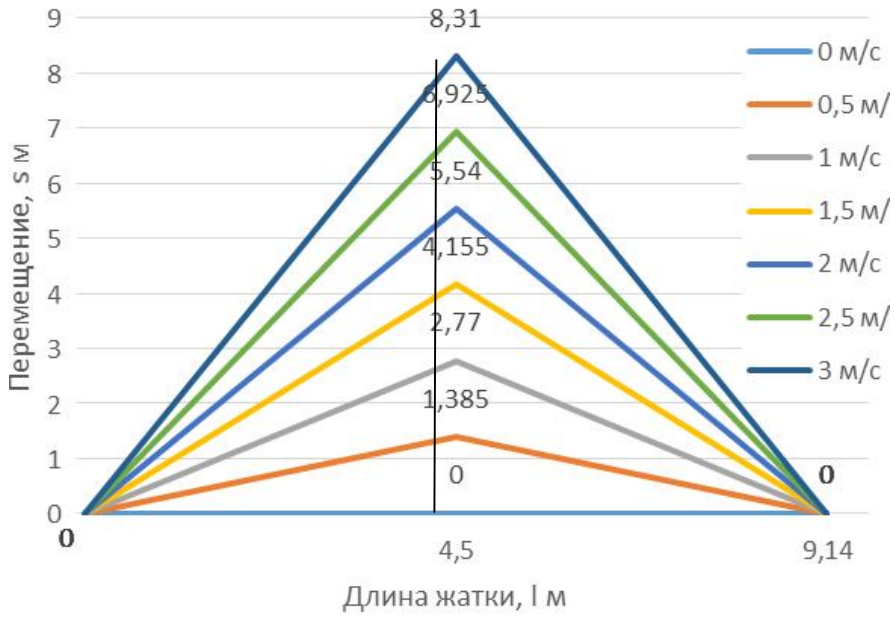


Рисунок 2 - Перемещение зерновой массы в зависимости от поступательной скорости комбайна и длины жатки

Если провести нормаль к режущему аппарату жатки, то получаемый катет есть перемещение комбайна, во время которого зерновой ворох проходит расстояние от края жатки до её центра. Из рисунка видно, что чем выше скорость комбайна, тем больше наклон графика, следовательно, и перемещение. Чтобы уменьшить это перемещение, необходимо увеличить осевую скорость шнека. Однако такое решение увеличит травмирование зерна.

Функция зависимости угла наклона от перемещения зерновой массы s и длины жатки $l_{жат}$:

$$tg\alpha = 2 \cdot \frac{s}{l_{жат}} \quad (3)$$

Вычислим функцию зависимости перемещения s от скорости комбайна $v_{ком}$:

$$s = 2{,}77 \cdot v_{ком}. \quad (4)$$

Функция зависимости угла наклона от перемещения зернового потока s и длины жатки l в конечном виде выглядит так:

$$tg\alpha = 2 \cdot 2.77 \cdot \frac{v_{ком}}{9{,}14} = 0{,}615 \cdot v_{ком} \quad (5)$$

Вычислим смещение на карте урожайности участка в зависимости от скорости комбайна.

Средние скорости движения зерновой массы составляют:

Наклонный транспортёр: $v_1 = \frac{d_1}{2} \cdot n_1 = \frac{0.25}{2} \cdot \frac{540}{60} = 1$ м/с

Зерновой элеватор: $v_2 = \frac{d_2}{2} \cdot n_2 = \frac{0.37}{2} \cdot \frac{426}{60} = 1{,}2$ м/с,

где d_1 - диаметр наклонного транспортёра, d_2 – диаметр зернового элеватора, n_1 – число оборотов наклонного транспортёра, n_2 – число оборотов зернового элеватора.

Следовательно, средняя скорость движения зернового потока в комбайне составляет 1 м/с.

Время движения зерновой массы на рабочих органах комбайна приведены в таблице 4.

Таблица 4. Расчетные данные времени перемещения зерновой массы на рабочих органах комбайна

Рабочий компонент машины	Длина, м	Время, с
Наклонная камера	2	2
Молотилка	2	2
Транспортирующие шнеки	1	1
Верхнее решето	1	1
Нижнее решето	1	1
Нижний транспортирующий шнек	2	2
Зерновой элеватор	2	2
ИТОГО:	11	11

Нами проведен экспериментальный замер времени прохождения зерновой массы от наклонной камеры до датчика урожайности комбайна. Установлено, что время прохождения зерновой массы от наклонной камеры до датчика урожайности комбайна в среднем составляет 15 секунд, что близко к расчетному.

$$t_{\text{зерн}}^{\text{теор.}} = 11 + 2{,}77 = 13{,}77 \text{ с.}$$

Следовательно, функция зависимости смещения данных урожайности участка x от скорости комбайна выглядит так:

$$x = t_{\text{зерн.}} \cdot v_{\text{ком}} - l_{\text{датч.}} \quad (6)$$

где $l_{\text{датч}}$- среднее расстояние от режущего аппарата жатки до датчика фиксации урожайности. Для комбайна John Deere 9670 STS $l_{\text{датч}}$=8,25 м. Полученное выражение позволяет определить величину смещения показания датчика учета урожайности от места взятия проб зерновой массы.

$$x = 15 \cdot v_{\text{ком}} - 8.25 \quad (7)$$

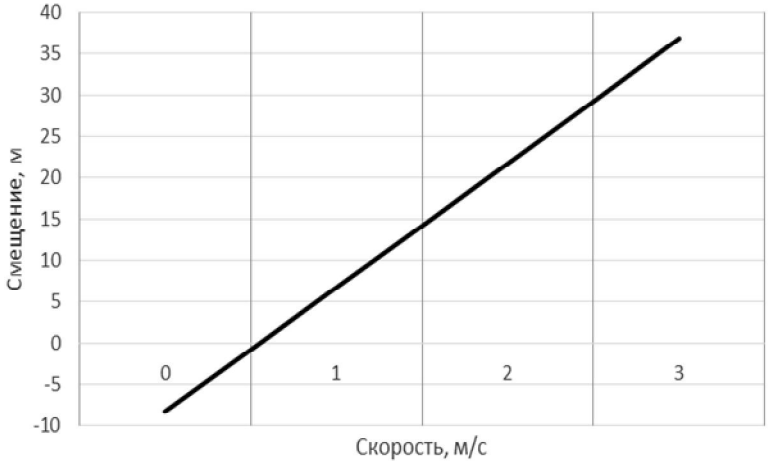


Рисунок 4 - График зависимости смещения показания датчика урожайности от места взятия проб

На графике видно, что при средней скорости комбайна 0,55 м/с (1,98 км/ч) датчик урожайности производит точную запись на карте урожайности участка, где производится взятие проб. При скорости комбайна 2,0 м/с (7,2 км/ч) смещение составляет 23 м.

Таким образом, решение проблемы соответствия записи датчиком данных урожайности и местом взятия проб позволяет повысить точность карты урожайности, что особенно актуально для полей с неравномерной урожайностью.

Список литературы

1. Солдатов Ю.И. Картирование урожайности зерновых культур/ Ю.И. Солдатов, К.Р. Казаров //Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 25 декабря 2015 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ», 2015. С 244-249.

2. Инструкция по эксплуатации комбайна John Deere 9670 STS и жатки 630 R © John Deere Домодедово.

УДК: 614.82:338.436.33

Дубова В.В., Фёдорова В.А., Мерчалова М.Э.

АНАЛИЗ ТРАВМАТИЗМА, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И МЕРЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. В статье отражен анализ статистических данных о производственном травматизме и профессиональной заболеваемости работников АПК, а также в сфере ремонта и технического сервиса машинно - тракторного парка. Рассмотрение существующей системы управления охраной труда в сельском хозяйстве и необходимых мер по улучшению безопасности и охраны труда при эксплуатации, обслуживании и ремонте сельскохозяйственных машин.

Ключевые слова: производственный травматизм, работники технического сервиса, ремонт и техническое обслуживание, охрана труда, несчастный случай.

Annotation. The article contains an analysis of statistical data on occupational injuries and occupational diseases employees, as well as in repair and maintenance service of machine - tractor. Consideration of existing management system in agriculture and the necessary measures to improve health and safety in the operation, maintenance and repair of agricultural machinery.

Keywords: industrial injuries, occupational diseases, technical service personnel, repair and maintenance of agricultural machinery, occupational safety, accident.

Сельское хозяйство – опасная и «рискованная» отрасль для здоровья и жизни работников. Динамично увеличивается количество несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний работников. В основном рискам производственного травматизма и профессиональным заболеваниям подвергнуты механизаторы, животноводы, работники по ремонту оборудования и техническому обслуживанию сельскохозяйственных машин.[2, с. 16].

15% пострадавших от несчастных случаев на производстве, по видам экономической деятельности, приходится на сельское хозяйство, охоту и лесное хозяйство.

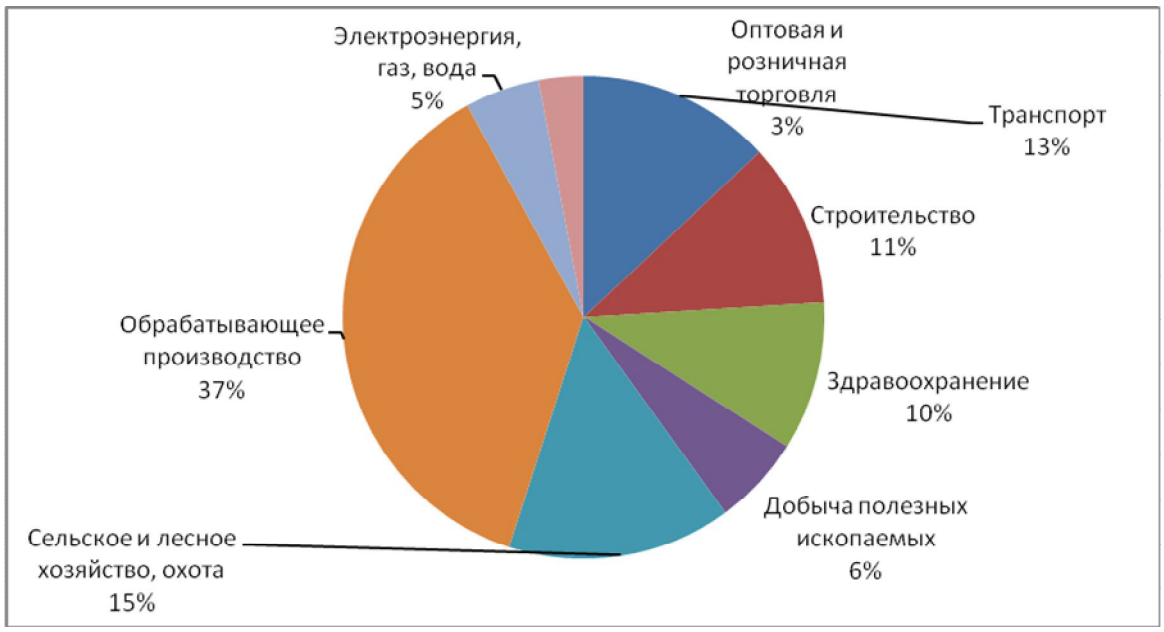


Рисунок 1 - Диаграмма распределения пострадавших от несчастных случаев на производстве по видам деятельности.

По сравнению с развитыми странами, уровень травматизма, инвалидности и профессиональных заболеваний по рабочему классу сельского хозяйства России, остается высоким и требует особого внимания со стороны руководителей сельскохозяйственных предприятий и некоторых мерах по ее снижению или тщательным мероприятиям по профилактике.

Особенно обострилась проблема обеспечения охраны и безопасности труда работников по техническому сервису и ремонту машинно - тракторного парка (МТП). Анализ ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии, профильными предметами которой являются вопросы ремонта и технического обслуживания машин и тракторов показывает, что уровень серьезных травм в области ремонта машин и тракторов чрезвычайно высока - один из пяти травм с тяжелыми последствиями.

Статистика показывает, что максимальный процент травм (50%), профессиональных и простудных заболеваний рабочие технического сервиса сельскохозяйственной техники получают из-за плохого состояния рабочих мест (рабочих участков) , а также из – за отсутствия достаточных знаний необходимых требований собственной безопасности при проведении технических операций по ремонту машин и их облуживанию. [4, с. 45].

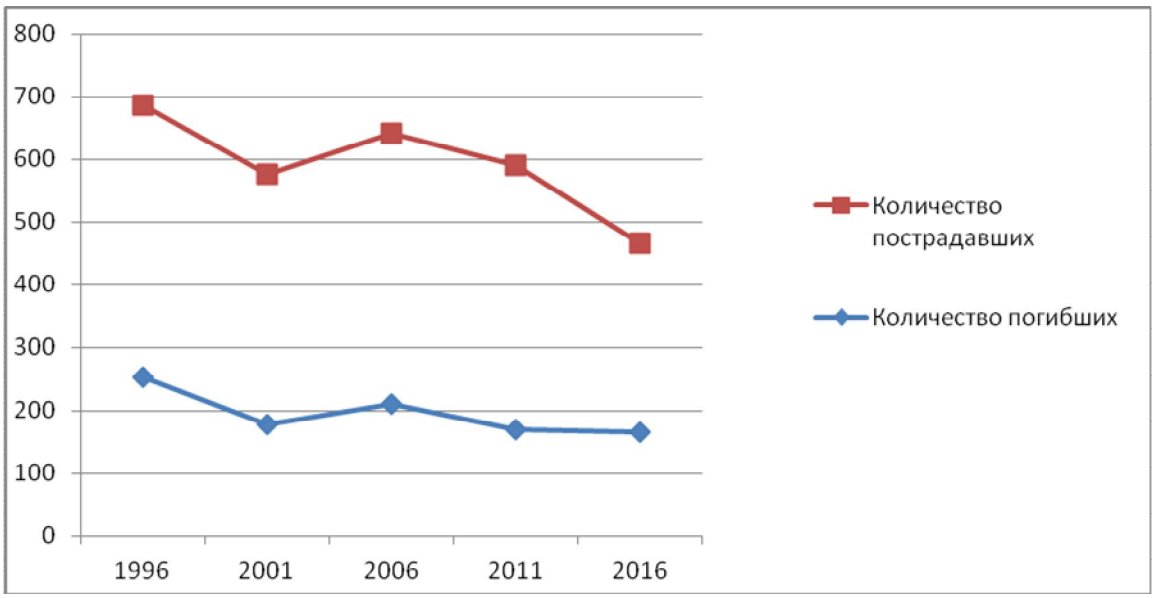


Рисунок 2 - Графическое изображение динамики роста несчастных случаев в отрасли механизации АПК при ремонте и техническом обслуживании машин и оборудования.

Основными причинами несчастных случаев на производстве при техническом сервисе МТП являются:

1) неправильные технологические процессы - 60%;

2) высокий износ оборудования, машин и механизмов - 11%;

3) несоблюдение санитарно - гигиенических факторов - 11%;

4) неусовершенствованная организация работ - 5%;

5) низкое качество обучения безопасных методов труда или их отсутствие - 5%;

6) низкая трудовая и производственная дисциплина - 4%.

Сложившаяся критическая ситуация с безопасностью и охраной труда в сельском хозяйстве указывает на необходимость разработки мер по улучшению условий труда.

Разработка концепции ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии по вопросу о безопасности труда предусматривает следующее:

- исполнение необходимых правил техники безопасности и безопасности при ремонте и техническом обслуживании машин и оборудования;
- исследование и разработка индивидуальных средств защиты и инструментов для сотрудников технического обслуживания в агробизнесе;
- анализ несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в области сельскохозяйственного производства;

- разработка комплекса профилактических мероприятий по безопасности труда;
- совершенствование системы метрологического обеспечения в агропромышленном комплексе;
- массовое тиражирование и пропагандирование публикаций по безопасности и охране труда (статьи, пособия, плакаты);
- регулярное медицинское обследование работников.

Ситуация в сельском хозяйстве по-прежнему сложная, накладывающая отпечаток на положение безопасности труда работников сельскохозяйственной деятельности в агропромышленных комплексах.

Список литературы

1. Безопасность России. Анализ рисков и управление безопасностью (Методические рекомендации)/ рук. авт. кол-ва Н.А. Махутов, К.Б. Пуликовский, С.К. Шойгу. М.: МГОФ «Знание», 2008.

2. Буренко Л. А., Лялякин В. П., Фурман И. В. и др. Русское поле. О мерах по снижению травматизма и профессиональных заболеваний в АПК // Безопасность и охрана труда. 2013. № 1. С. 56.

3. Буренко Л. А. Охрана труда в АПК требует должного внимания и заботы // Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве. 2011. № 6. С. 6–11.

4. Лялякин В. П., Буренко Л. А. Управление охраной труда в сельском хозяйстве // Безопасность и охрана труда. 2008. № 2. С. 43–49.

УДК 631.348

Щукин С.Н.

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКРЕТНОГО СПОСОБА РЕГЛАМЕНТАЦИИ РАСХОДА РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ В ОПРЫСКИВАТЕЛЯХ

Государственное общеобразовательное учреждение ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск

Аннотация. Настоящая статья посвящена возможности применения дискретного способа регламентации расхода рабочей жидкости в опрыскивателях. В статье рассматриваются различные способы автоматического поддержания нормы расхода рабочей жидкости. Был проведен анализ дискретных и аналоговых систем управления, рассмотрены их достоинства и недостатки. На основании анализа был предложен способ регламентации расхода рабочей жидкости, базирующийся на дискретной схеме регулирования. Данная система дает возможность синхронизировать расход рабочей жидкости со скоростью движения агрегата. Рассмотрены факторы, влияющие на распределение рабочей жидкости в факеле распыленной жидкости. Определены показатели стабильной работы предложенной

дозирующей системы опрыскивателя. Использование дискретной схемы регулирования позволит повысить эффективность опрыскивания.

Ключевые слова: опрыскиватель, дозирующая система, рабочая жидкость, клапан, дискретная система, факел распыленной жидкости, импульс.

Abstract. This article deals with the possibility of using the discrete method of working fluid flow rate in the sprayer. Various ways of automatic maintenance of working fluid flow rate are considered in this article. Discrete and analog control systems were analyzed and their advantages and disadvantages were considered. Taking into account the results of this analysis, a method of control of working fluid flow rate was proposed, which is based on discrete control scheme. This system allows to synchronize the working fluid flow rate at the speed of device movement. The factors affecting the distribution of working fluid in the sprayed liquid cone were considered. Indicators of stable operation of proposed sprayer dosing system were defined. The use of discrete control scheme allows to increase spray efficiency.

Keywords: sprayer, dosing system, working fluid, valve, discrete system, sprayed liquid cone, impulse.

На эффективность технологического процесса внесения пестицидов влияют различные факторы, одним из основных факторов качественного применения пестицидов является равномерное их распределение по обрабатываемому объекту [1]. В настоящее время все более широко применяются на опрыскивателях различные системы, которые автоматически регулируют и поддерживают постоянный расход рабочей жидкости в зависимости от скорости движения агрегата по полю. Создание эффективной и недорогой дозирующей системы опрыскивателя является актуальной задачей для производителей сельскохозяйственной техники.

Целью данного теоретического исследования является обоснование возможности применения дискретного способа регулирования расхода рабочей жидкости при опрыскивании сельскохозяйственных культур.

Существующие методы автоматического поддержания нормы расхода рабочей жидкости, можно условно разделить на три основных: поддержание постоянного давления препарата в напорной магистрали опрыскивателя; синхронизация расхода рабочей жидкости и скорости движения опрыскивателя; контроль действительного расхода препарата.

Первый способ используется на неавтоматических опрыскивателях и реализуется двумя типами регуляторов: с дросселем и обратным клапаном; с гидравлическим разделением потоков пропорционально режиму работы насоса.

Второй реализуется с помощью устройств с регулированием расхода от ВОМ, от ходового колеса агрегата и применением электронных систем. Этот способ относится к регуляторам без обратной связи, то есть к незамкнутым (разомкнутым) системам управления.

К третьему способу относятся регуляторы с обратной связью. При данном способе отклонение расхода препарата от заданного значения обнаруживается с помощью датчика расхода и в соответствии с сигналом рассогласования между заданной и измеренной величиной исполнительный механизм изменяет подачу рабочей жидкости.

Регуляторы классифицируют по схемному исполнению: аналоговый или цифровой (дискретный). Аналоговый, при кажущейся простоте принципа построения, бывает более сложным в настройке, обладает более узким диапазоном задания расхода жидкости и слабой помехозащищенностью. Дискретные системы позволяют значительно повысить точность измерения и дозирования, обладают высокой помехоустойчивостью, возможностью точного интегрирования. Устройства, выполненные по дискретной схеме исполнения, используются в качестве регуляторов обратной связи.

Учитывая те преимущества, которые дают дискретные регуляторы, интерес вызывает возможность прямого дискретного регулирования, т.е. использование, как регулятора в незамкнутой системе управления (дозирующая система, предназначенная для синхронизации расхода рабочей жидкости со скоростью движения агрегата). Применение дискретных принципов обеспечит линейность характеристик, удобство дистанционного управления, учет протекающего количества жидкости.

Была разработана автоматическая система регулирования расхода препаратов, которую предлагается использовать при ленточном опрыскивании пропашных культур [2]. Данная дозирующая система имеет дискретную схему исполнения и относится к импульсным системам автоматического дозирования жидкостей и позволяет синхронизировать расход рабочей жидкости со скоростью движения опрыскивателя.

В качестве рабочего органа дозирующей системы предлагается использовать клапан, в одну из камер которого подводится рабочая жидкость под давлением, а в другую – управляющий сигнал, частота которого зависит от скорости движения опрыскивателя. В верхней камере клапана установлена пружина, удерживающая мембраны в нижнем положении, таким образом, клапан в исходном положении является закрытым, и рабочая жидкость не поступает к распылителю.

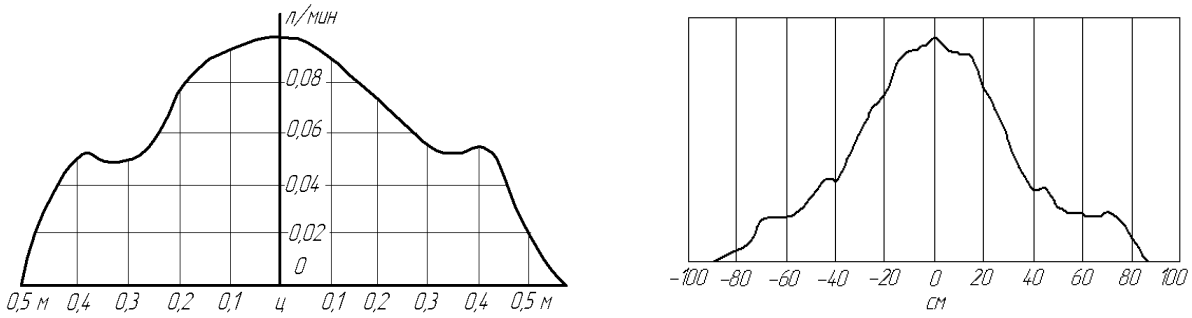
Под действием управляющего сигнала, который зависит от датчика скорости, рабочая жидкость поступает на распылитель, таким образом, происходит выдача дозы препарата. Производительность дозирующего устройства определяется допустимой частотой выдачи отдельных порций жидкости.

Для равномерного распределения препарата в ленте опрыскивания важно расположить импульсы, таким образом, чтобы при наложении

факелов распределений рабочей жидкости друг на друга в результате мы получили ленту с равномерным распределением рабочей жидкости

Распределение рабочей жидкости в факеле распыленной жидкости неравномерно и зависит от целого ряда факторов, прежде всего это: тип самого распылителя, его геометрия, давление рабочей жидкости, расстояние от соплового отверстия и других [3]. В целом можно сказать, что для струйных распылителей максимальный удельный поток рабочей жидкости находится на оси факела, и по мере удаления от оси величины удельных потоков уменьшаются. Когда происходит увеличение расстояния от соплового отверстия, то происходит выравнивание удельных потоков в поперечном сечении факела.

На рис.1 представлены примеры распределения рабочей жидкости после распыления различными распылителями [4].



а) дефлекторный РД-1,6; б) вихревой ATR80

Рисунок 1 – Осредненное распределение жидкости в пределах факела распыла

Таким образом, можем предположить, что, чем большее количество импульсов будет приходиться на один погонный метр, тем равномернее будет опрыскивание. Количество импульсов ограничивается с одной стороны быстродействием дозирующего клапана, а с другой требованиями равномерности распределения рабочей жидкости по длине движения опрыскивателя.

При ленточном внесении пестицидов ширина полосы опрыскивания составляет 15-25 см. Если установить распылитель на определенную высоту, таким образом, что диаметр следа от факела распыленной жидкости одиночного импульса будет равняться 25 см, то для обеспечения равномерности распределения рабочей жидкости по длине движения опрыскивателя минимальное количество импульсов n на погонный метр должно быть не менее 6 шт. (см. рис. 2). На рис.2 представлена зависимость расхода рабочей жидкости от длины пройденного пути опрыскивания, где кривая 1 представляет собой распределение жидкости в факеле распыла, а 2 суммарная кривая распределения факелов распыла. Предполагается, что суммарная кривая

будет находится в пределах, ограниченных агротехническими требованиями значений отклонений от нормы расхода (10%).

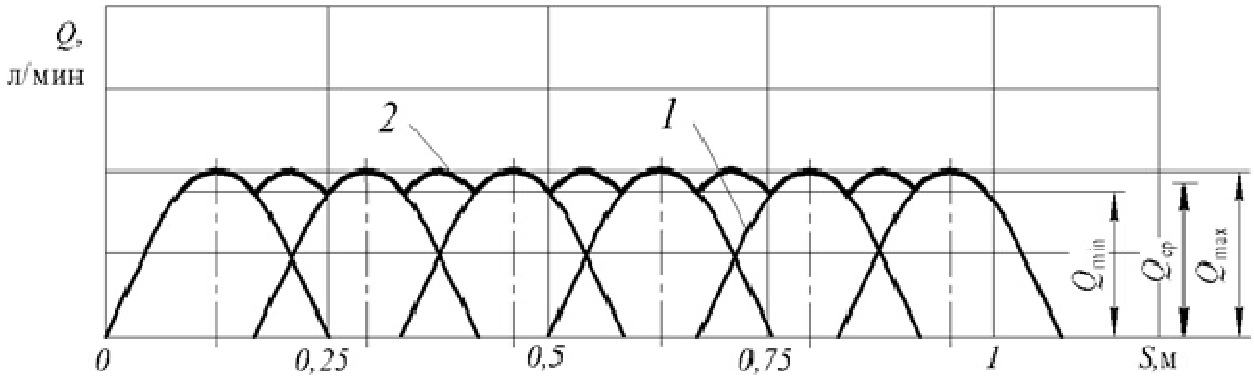


Рисунок 2 – Зависимость расхода рабочей жидкости от длины пройденного пути опрыскивателя

Для стабильной работы импульсных систем должно соблюдаться требование, что длительность импульса τ не превышает половины значения периода повторения этих импульсов. Тогда максимальное время импульса можно найти из выражения:

$$\tau = \frac{S}{2v_{max}n}, \text{ с} \qquad (1)$$

где S – расстояние, пройденное опрыскивателем, м;

v_{max} – максимальная скорость опрыскивателя, м/с;

n – количество импульсов, которое производит дозатор за расстояние S, шт.

Рабочая скорость опрыскивателей при ленточном опрыскивании с культиваторами, находится в пределах от 5 до 9 км/ч. Задавшись начальными значениями (максимальная скорость опрыскивателя v_{max}=9 км/ч=2,5 м/с, количество импульсов на метр равняется 6 шт.), установили, что длительность управляющего сигнала дозирующего устройства не должна превышать 33,5 мс.

Предложенный способ регламентации расхода рабочей жидкости опрыскивателей дает возможность синхронизации расхода препаратов со скоростью движения агрегата. Использование дискретной схемы регулирования позволит повысить эффективность опрыскивания.

Список литературы

1. Фаттахов Р. А. От чего зависит качество опрыскивания / Р.А. Фаттахов, В.А. Зорин // Защита и карантин растений. – 2010. – № 3. – С. 60–61.

2. Пат. на корисну модель 77260 Україна, МПК А 01 М 7/00. Пристрій для автоматичного регулювання витрати робочої рідини /

Коваль В.Я., Щукін С.М.; заявник та патентовласник Луган. нац. аграр. ун-т. – №u201208048; заявл. 02.07.2012; опубл. 11.02.2013; Бюл. №3. – 4с.

3. Распыливание жидкостей / В.А. Бородин, Ю.Ф. Дитякин, Л.А. Клячко, В.И. Ягодкин. − М.: «Машиностроение», 1967. – 263 с.

4. Шершабов И.В. Равномерность распределения материала при работе распылителей / И. В. Шершабов, И.И. Косенков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1985. – № 7. – С.30–31.

УДК 631.95:631.147

Парахневич Т.М., Пелагина Ю.С.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТА СПК «КРАСНЫЙ ОКТЯБРЬ» ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Воронежский государственный аграрный университет, имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. В статье проведена оценка устойчивости агроландшафта на основании анализа данных по составу и соотношению угодий, с учетом типов местности и состояния почвенного покрова. Даны некоторые рекомендации по оптимизации экологического состояния агроландшафта.

Ключевые слова: агроландшафт, типы местности, оптимизация, экологическая устойчивость.

Abstract. The article is conducted the rating of the sustainability of agricultural landscapes. It's based on the analyzing the data on the composition and the ratio of ground, taking into account the types of terrain and the condition of the soil cover. Some recommendations on optimization of the ecological state of agricultural landscape are offered.

Keywords: agrolandscape, types of terrain, optimization, environmental sustainability.

С увеличением площади пашни, количества видов и способов воздействия на почву, растения и окружающую атмосферу компенсационная способность агроландшафта снижалась, и он на определенном этапе приобрел менее благоприятные режимы и свойства. Произошло изменение в структуре сельскохозяйственных угодий – резко снизилась доля природных экосистем с лесными и травянистыми ценозами, и усилились эрозионные процессы, нарушились гидрологические и гидрохимические режимы, что привело к нарушению почвенных режимов, загрязнению почвы и получаемой продукции [2].

В связи с этим, целью исследований являлась оценка экологической устойчивости агроландшафта СПК «Красный Октябрь».

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Оценить современное состояние почвенного покрова хозяйства;

2.Выявить основные типы местности на территории землепользования;

3. Определить устойчивость изучаемого агроландшафта.

Исследования проводились на территории СПК «Красный Октябрь» Грибановского района Воронежской области.

Общая площадь хозяйства составляет 4730 га, в том числе сельскохозяйственные угодья занимают 4004 га (84,7 %). Пашня составляет 3476 га (73,5 %) от общей площади, пастбища – 513 га (10,8 %), сенокосы – 15 га (0,3 %). Древесно-кустарниковые насаждения занимают 53 га (1,1 %), земли под водой – 46 га (1,0 %), прочие земли – 627 га (13,3 %) (рис. 1).

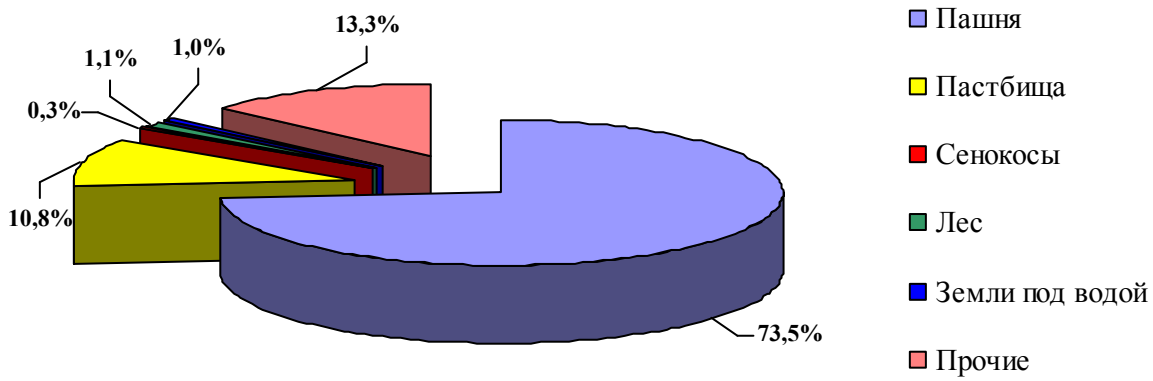


Рисунок 1 – Соотношение основных категорий земель
в СПК «Красный Октябрь»

Для оценки состояния почвенного покрова использовались фондовые материалы хозяйства. На территории землепользования преобладают черноземы типичные среднемощные глинистого гранулометрического состава.

Ниже представлена обеспеченность подвижными формами фосфора и калия, степень кислотности, содержание гумуса в почвах хозяйства (табл. 1, 2, 3).

Таблица 1. Обеспеченность почв фосфором и калием по Чирикову, в мг на 1 кг почвы

Обеспеченность	Фосфор			Калий		
	Содержание P_2O_5 в почве	площадь, га	%	Содержание K_2O в почве	площадь, га	%
Очень низкая	0-20			0-20		
Низкая	21-50			21-40		
Средняя	51-100	986	28,4	41-80	28	0,8
Повышенная	101-150	2490	71,6	81-120	2086	60,0
Высокая	151-200			121-180	1362	39,2
Очень высокая	>200			>180		
Итого:		3476	100		3476	100

Исходя из данных таблицы, обеспеченность почв подвижными формами фосфора средняя и повышенная; обменным калием, в основном, повышенная и высокая.

Таблица 2. Степень кислотности почв хозяйства

Степень кислотности	pH в пределах	Площадь, га	%
Сильнокислые	4,1-4,5		
Среднекислые	4,6-5,0	108	3,1
Слабокислые	5,1-5,5	251	7,2
Близко к нейтральным	5,6-6,0	580	16,7
Нейтральные	>6,0	2537	73,0
Итого:		3476	100

По степени кислотности в хозяйстве преобладают почвы с нейтральной реакцией почвенного раствора (73 %), площадь слабо- и среднекислых почв составляет 10 %.

Таблица 3. Содержание гумуса в почвах хозяйства

Обеспеченность почв гумусом	Содержание гумуса, %	Площадь, га	%
Очень низкая	0-2,0		
Низкая	2,1-4,0	28	0,8
Средняя	4,1-6,0	9	0,3
Повышенная	6,1-8,0	3439	98,9
Высокая	8,1-10		
Очень высокая	>10		
Итого		3476	100

По обеспеченности гумусом преобладают почвы с повышенным (6,0-8,0 %) содержанием, в хозяйстве они занимают 99 %.

Результаты исследований агрохимических свойств почв показали, что они обладают высоким потенциальным плодородием и пригодны для выращивания различных сельскохозяйственных культур.

На данной территории были изучены типы местности. Грибановский район расположен в лесостепной провинции Окско-Донской низменной равнины в пределах Южного Битюго-Хоперского физико-географического района типичной лесостепи [3].

На территории СПК «Красный Октябрь» выделено 4 типа местности: плакорный, склоновый, междуречный недренированный и пойменный (рис. 2).

Наибольшее распространение характерно для плакорного типа местности, площадь которого составляет 3951 га (83,5 %). Данный тип местности залегает на плато или на пологих склонах крутизной до 3-5°. В структуре почвенного покрова доминируют черноземы типичные среднегумусные среднемощные. Это тяжелые, хорошо оструктуренные почвы тяжелосуглинистого и глинистого гранулометрического состава. Также встречаются черноземы типичные малогумусные слабосмытые, занимающие относительно небольшую площадь. Плакоры являются наиболее ценными земельными угодьями и используются, в основном, под пашню.

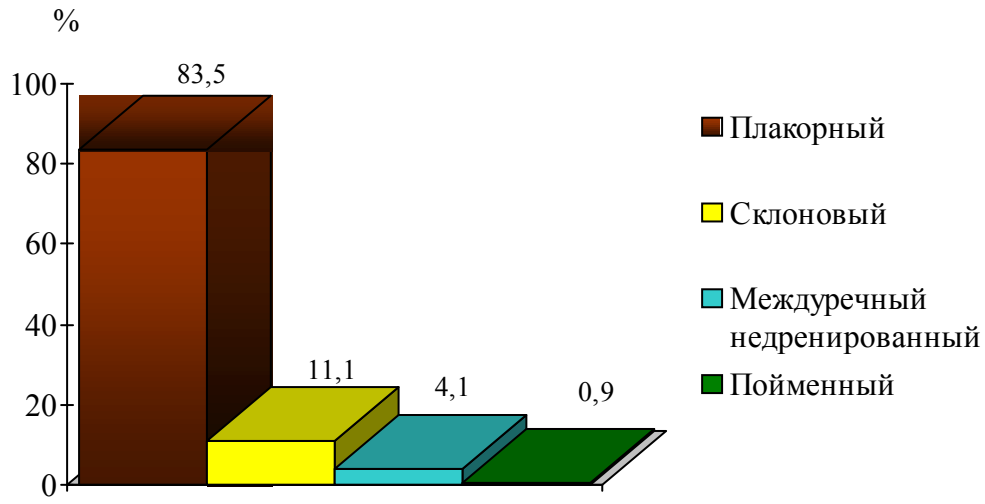


Рисунок 2 – Соотношение типов местности в СПК «Красный Октябрь»

Склоновый тип местности в хозяйстве занимает 524 га (11,1 %). К этому типу относятся склоны крутизной более 5° с почвами слабо- и среднесмытыми, склоны крупных балок с уклонами от 8 до 12° и днища балок. Почвы балочных склонов слабо- и среднесмытые в комплексе с аллювиально-делювиальными отложениями днищ балок, используются

под сенокосы и пастбища. Сильносмытые почвы балочных склонов и овраги в хозяйстве не используются.

Междуречный недренированный тип местности на изучаемой территории занимает площадь 195 га (4,1 %). Он приурочен к понижениям на водоразделе, где отмечается близкое залегание грунтовых вод. Здесь сформировались черноземно-влажно-луговые почвы тяжелосуглинистого гранулометрического состава с пятнами солонцов.

Пойменный тип местности занимает площадь 42 га (0,9 %). В пойме р. Савала на аллювиальных отложениях сформировались пойменные зернистые малогумусные и слабогумусированные почвы глинистого и тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Они используются, в основном, под сенокосы.

Для выявления устойчивости агроландшафта определялись коэффициенты экологической стабилизации ($К_1$) и ценности ($К_2$). Расчеты основывались на методике, предложенной М.И. Лопыревым [1]. Согласно полученным результатам, по соотношению стабилизирующих и дестабилизирующих угодий ($К_1$ = 0,31), а также по экологической ценности ($К_2$ = 0,21) агроландшафт является разрушающимся и неустойчивым.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в изучаемом агроландшафте соотношение угодий не соответствует оптимальному, что обусловлено высокой освоенностью и распаханностью территории. Для поддержания экологической устойчивости агроландшафта СПК «Красный Октябрь» необходимо увеличение доли средостабилизирующих угодий (лесные насаждения, пастбища, сенокосы, многолетние травы, земли под водой и т.п.) с одновременным сокращением пашни, проектирование севооборотов, соответствующих природным условиям территории и их потенциальным возможностям, рациональное применение удобрений и средств защиты растений.

Список литературы

1. Агроландшафтоведение: метод. указания по лаб.-практ. занятиям для студентов с.-х. вузов / Воронеж. гос. аграр. ун-т; [разраб. М.И. Лопырев]. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Воронеж: ВГАУ, 2006. – 61 с.

2. Володин В.И. Экологические основы оценки и использования плодородия почв / В.И. Володин. – М.: ЦИНАО, 2000. – 336 с.

3. Практикум по ландшафтоведению и картографированию почвенного покрова: учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности 110202 "Агроэкология" / М. И. Парахневич [и др.]; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж: ВГАУ, 2008. – 217 с.

УДК 551.508.53

Майоров А.А., Сафиуллин Р.Р., Назаров А.И.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПАГУБНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЕТРА НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н.Туполева-КАИ г. Казань

Аннотация. В данной обзорной статье проведён анализ методов и средств, реализующих гидрометеорологический контроль приземного воздушного слоя атмосферы вблизи места посева сельскохозяйственных культур. Предлагается решение проблемы пагубного воздействия ветра на жизнедеятельность сельскохозяйственных культур, которое включает в себя метеорологический контроль, информация из которго позволяет скомпенсировать силу ветра лесными просеками, о глубине которых судят по параметрам вектора ветра.

Ключевые слова: вектор ветра, сельскохозяйственная культура, ультразвук, анемометры.

Annotation. In this review article the analysis of methods and tools that implement hydro meteorological monitoring surface air layer of the atmosphere near the sowing of crops. Proposed solution to the problem of the harmful effects of rain on crops, which includes meteorological monitoring, information from which allows you to compensate for the effect of rain forest glades, the depth of which is measured by the parameters of the wind vector.

Keywords: wind vector, crop, ultrasonic anemometer.

В последние годы физиологи исследовали некоторые аспекты действия ветра на растения. Было установлено, что интенсивное движение воздуха вызывает возрастание испарения воды листьями. Если корни не успевают снабжать растение в достаточной степени водой, то рост его тормозится. Это связано с тем, что усиление ветра приводит к потере большого количества тепла, к переохлаждению растения [1].

Однако ветер не только усиливает процесс испарения воды, но и оказывает на растения механическое воздействие, вызывая сгибание деревьев, удары веток друг о друга, трение листьев, что в свою очередь влияет на темп роста растений. Американские исследователи установили, что различные виды механических воздействий, имитирующие ветер, например, потряхивание, сгибание, потирание стебля, приостанавливают рост томатов и гороха. Незначительное потряхивание растений (один-два раза в день) приводит к уменьшению числа узлов и листьев, укорачиванию междоузлий, усилению развития боковых побегов [1].

При сильном ветре некоторые растения вообще избавляются от листьев. Так, например, поступает обитатель Антильских островов — бриофиллюм, нередко украшающий наши квартиры.

Так же хотелось упомянуть о том, что при вспашке целинных пород земли имеет место тот факт, что земля обветривается и теряет часть своих плодородных свойств.

Исходя из проблемы пагубного влияния ветра на рост, развитие и плодородие сельскохозяйственных культур имеется необходимость в информации о параметрах вектора ветра в местности посева культуры в каждый момент времени. Имея информацию о скорости ветра, его направлении и графика зависимости скорости ветра от времени, мы можем судить об необходимости предпринимать какие-либо компенсирующие действия. Например, лесные защитные полосы вокруг полей затормаживают ветер, тем самым обезопасив выращиваемую культуру. Однако очень трудно сказать какой глубины должна быть лесная защитная полоса, и какие породы деревьев являются более эффективными в период земельных работ.

В свою очередь я предлагаю устанавливать портативные/стационарные метеостанции, которые будут осуществлять метеорологический контроль, регистрируя такие параметры как скорость и направление ветра, дополнительно температуру, относительную влажность, уровень освещённости, а также множество других параметров окружающей среды, включая содержание углекислого газа CO_2 в приземном слое атмосферы.

А также при осваивании новых территорий, произведя в течении определенного промежутка времени метеорологический контроль, мы имеем представлении о необходимой глубине заграждающей лесопосадки.

По результатам исследования анемометров можно привести следующую классификацию методов измерения скорости ветра:

а) Методы, основанные на использовании энергии потока:

1) методы, использующие переменный перепад давлений,

2) методы, использующие измерение крутящего момента,

3) методы, использующие явление обтекания.

б) Тепловые методы:

1) методы, использующие измерение температуры нагретого тела, помещаемого в поток (термоанемометры),

2) методы, использующие измерение температуры потока, нагреваемого нагревателем (теплокалориметры).

в) Методы, основанные на введении в поток невесомой метки и измерении ее скорости:

1) методы, использующие впрыскивание порции иного состава, цвета,

2) методы, использующие намагничивание,

3) методы, использующие ионизацию,

4) методы, использующие подогрев,

5) акустические (условно).

г) Корреляционные методы.

д) Оптические методы.

На сегодняшний день популярными методами определения направления и скорости ветра, на мой взгляд, являются ионно-меточный (рис.1) и акустический (рис.2).

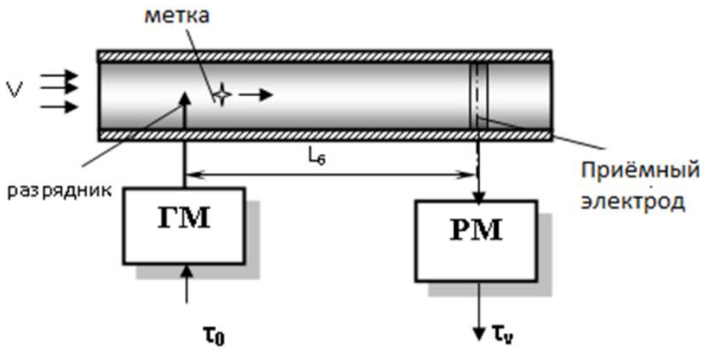


Рисунок 1 – Ионно-меточный датчик скорости воздушного потока [3].



Рисунок 2 – Акустический (ультразвуковой) анемометр [2].

Ионно-меточный датчик выполнен в виде проточного канала, в котором последовательно по ходу воздушного потока размещены разрядник генератора ионных меток и два электрода регистратора ионных меток, при этом разрядник генератора ионных меток подключен к генератору высоковольтных импульсов, вход которого связан с блоком обработки сигнала, а электроды регистратора через предварительные усилители связаны с дифференциальным усилителем, выход которого через последовательно соединенные интегратор и компаратор подключен к блоку обработки сигнала. Недостатком ионно-меточного датчика измерения вектора ветра является сложная схема определения угла направления ветра, так как конструкция включает в себя от 4 приемников канала грубого угла, и от 8 до 16 приёмников канала точного угла [3,4]. Однако возможна флюгерная модификация, но при этом наличие подвижных частей и механизмов создает необходимость в обслуживании

по очистке, после некоторого срока работы на открытом воздухе, а также обледенение вращающихся частей в зимнее время года. Для устранения этих недостатков производители стараются сделать свои конструкции более герметичными, защищенными от внешних воздействий. Для устранения обледенения применяют обогревательные приборы. Не имеют перечисленных недостатков приборы, основанные на акустических методах. В акустических приборах для определения направления ветра применяют закон сложения скоростей. Производятся замеры скоростей по нескольким направлениям. Далее, применяя закон сложения скоростей, рассчитывают результирующую скорость ветра и находят углы между полученным вектором скорости и составляющими скорости, направления которых известны [5].

Современные технологии позволяют передавать полученные измерения по радиоканалам связи в режиме реального времени, либо же записывать на твердотельный носитель информации.

В данный момент ведутся исследования и разработки автономного беспроводного всенаправленного ультразвукового анемометра. Работа ведётся на кафедре Приборов и информационно-измерительных систем КНИТУ им. А.Н.Туполева – КАИ (рис.3).



Рисунок 3 – Проведение полевых опытов с ультразвуковым анемометром.

Однако исследования, подкреплённые полевыми испытаниями ультразвукового анемометра, показали, что экспериментальная установка нуждается в цифровой фильтрации выходных данных, и пока не достигнута беспроводная передача информации о моментальной воздушной скорости потока.

Выводом может служить тот факт, что метеорологические параметры окружающей среды играют немаловажную роль в распространении, росте и плодородии сельскохозяйственных культур.

Предложенный акустический метод измерения параметров вектора ветра может помочь в решении проблемы пагубного влияния ветра.

Список литературы

1. Ветер и урожай. [Электронный ресурс]. – Электрон. журн.- Режим доступа:http://clubbrain.ru/referatu-botanika/veter-i-urozhaj/
2. Анемометр-это прибор для измерения…?. [Электронный ресурс]. – Электрон. журн.- Режим доступа: http://proinstrumentinfo.ru/anemometr-eto-pribor-dlya-izmereniya/
3. Патент РФ на изобретение № 2445634, МПК G 01 P 5/14. Меточный датчик аэродинамического угла и воздушной скорости / Солдаткин В.М., Ганеев Ф.А., Уразбахтин И.Р., Макаров Н.Н., Кожевников В.И. Заявл. 05.05.2010. Опубл. 20.03.2012. – Бюл. № 8.
4. Патент РФ на полезную модель № 99180, МПК G 01 P 5/14. Меточный датчик аэродинамического угла и воздушной скорости / Солдаткин В.М., Ганеев Ф.А., Уразбахтин И.Р., Макаров Н.Н., Кожевников В.И. Заявл. 05.05.2010. – Опубл. 10.11.2010. – Бюл. №31.
5. А. Д. Плотников, Л. И. Сучкова. Сравнительный анализ приборов и методов измерения скорости и направления ветра. [Электронный ресурс]. – Электрон. журн.- Режим доступа:http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/pa2010_2/pdf/119plotnikov.pdf

УДК 330.15; 574.5

Онищенко И.П.

РОЛЬ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЭКОНОМИКЕ И ЭКОЛОГИИ РЕГИОНА

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Аннотация. В статье показана роль Цимлянского водохранилища в экономике и экологии Ростовской и Волгоградской областей Южного Федерального округа РФ. На основе идеи создания антропогенных геохимических барьеров на пересечении с путями миграции техногенных потоков для локализации загрязнений, Волгоградские ученые разработали процессно-аппаратурную схему для очистки Цимлянского водохранилища от донного ила и его дальнейшей переработки. Результатом переработки донного ила является натуральное сырье для производства экологически чистых удобрений, кормовых и почвенно-рекультивационных добавок.

Ключевые слова: Цимлянское водохранилище, геохимические барьеры, эвтрофикация, экотоксичность.

Adstract. The article shows the role of the Tsimlyansk reservoir in the economy and environment of the Rostov and Volgograd regions of southern federal county of Russian Federation. Based on the idea of creating anthropogenic geochemical barriers at the intersection of routes of migration of technogenic flows for the localization of contaminants,

the Volgograd scientists have developed a process-apparatus sheme for the purification of the Tsimlyansk reservoir from the bottom on sludge and its further processing. The result of processing of bottom silt is a natural raw material for the production of organic fertilizers, feed and soil remediation additives.

Key words: Tsimlyansk reservoir, geochemical barriers, eutrophication, eco-toxicity.

Цимлянское водохранилище – это крупнейший водорегулирующий водоем комплексного назначения в бассейне реки Дон, который играет важную роль в экономике двух областей – Волгоградской и Ростовской, а по сути огромного региона. Водохранилище было создано в 1952-1953 гг. при строительстве Цимлянской гидроэлектростанции. Общая площадь водосбора составляет 255 тыс. км² Полный объем водохранилища при НПУ 36.0 м БС – 23.86 км³, площадь зеркала – 2702 км^2. Средняя ширина водоема около 12 км, наибольшая – 30 км. По морфологическим характеристикам и гидрологическим показателям акватория водохранилища делится на 3 участка: верхний – от г. Калача-на- Дону до х. Ильмень-Суворовского, центральный – от х. Ильмень-Суворовского до х. Кривского и приплотинный – от х. Кривского до плотины Цимлянской ГЭС [2].

Цимлянское водохранилище обеспечивает функционирование сложного многоотраслевого народно-хозяйственного комплекса, который включает водоснабжение и водоотведение всех категорий, гидро- и атомную энергетику, все виды транспорта, рыбное, охотничье и лесное хозяйство, рекреацию и пр. Как указывают многие авторы, при наложении интересов различных ведомств и ресурсопользователей, обеспечение основных требований природоохранного законодательства, в т. ч. действующих нормативных документов, регламентирующих работу водохранилища, существенно затруднено [2].

В настоящее время исследование и мониторинг состояния Цимлянского водохранилища, как важного объекта народно-хозяйственного значения, являются необходимым условием разработки мер по предотвращению его разрушения и поддержанию эффективной работы. Дело в том, что постоянные антропогенные нагрузки в условиях изменяющегося климата, вызывают усиление негативных процессов в экосистеме этого водного объекта, а также необходимо помнить о том, что это искусственно созданный водоем, а значит он нуждается в постоянном контроле и своевременном применении мер по поддержанию его нормального состояния и функционирования.

Среди проблем, с которыми сталкивается экологическое состояние Цимлянского водохранилища, является эвтрофикация, которая приводит к интенсивному развитию фитопланктона, в основном сине-зеленых водорослей, в результате чего водоем «зарастает», резко ухудшается

качество воды и гидрохимический режим, происходит резкое увеличение и накопление органического вещества. Это проявляется в виде «цветения» воды. Токсикация воды усиливается в силу положительного температурного режима воды, поскольку водоем находится в жарком климате. Наряду с антропогенным загрязнением в виде стоков с интенсивно удобряемых прилегающих сельскохозяйственных территорий, загрязнением твердыми отходами, коммунальными стоками, экологическая ситуация усугубляется.

Говоря о гидрологическом режиме всего бассейна Нижнего Дона и Азовского моря, то он существенно изменился в ходе 60 лет эксплуатации водохранилища, что привело к значительному снижению рыбопродуктивности всех водоемов, расположенных в жтом бассейне. В настоящее время интенсивное ведения хозяйства на водосборном пространстве, и прежде всего в водоохранных зонах, приводит к усилению негативного воздействия на экосистему Цимлянского водохранилища и Нижнего Дона. Хозяйственное использование воды для нужд питьевого и промышленного водоснабжения региона под угрозой из-за ряда складывающихся проблем. Таким образом, основные экологические проблемы Цимлянского водохранилища можно свести к следующим: загрязнение сточными водами; эвтрофикация и токсификация экосистемы; снижение рыбопродуктивности; разрушение берегов и заиление ложа водохранилища.

Всемирная организация здравоохранения указывает на проблему токсичности сине-зеленых микроводорослей в питьевой воде и рекреационном водопользовании [1]. Оценку токсичности воды целесообразно проводить методом биотестирования. Реакция самих микроорганизмов во многих случаях показательнее, чем сравнение измеряемых концентраций химических веществ с предельно допустимыми концентрациями. Важность биологической оценки качества вод увеличивается по мере возрастания антропогенной нагрузки. Прогрессивно нарастает количество новых химических веществ, использующихся в промышленности и так или иначе появляющихся в числе загрязняющих веществ, взаимодействие этих новых веществ с имеющимися не известно, вполне возможны так называемые, эффекты синергизма, когда происходит усиление воздействий при слиянии веществ. В этом случае оценку воздействий лучше проводить, основываясь на состоянии биоты. Помимо того, что метод биотестирования наиболее показателен с экологической точки зрения, его применение более целесообразно и в экономическом плане, поэтому часто предвосхищает ресурсоемкие гидрохимические исследования.

В конце XX века ученым в области геохимии А.И. Перельманом были открыты так называемые геохимические барьеры. Их роль состоит в

том, что в силу определенных складывающихся условий, на каком-либо участке происходит аккумуляция веществ. Это явление привлекло внимание экологов по части использования этих барьеров для выведения из экосистемы загрязняющих, токсичных или опасных веществ. Многие ученые доказывают, что использование геохимических барьеров для защиты окружающей среды от загрязнения позволяет отказаться от строительства сложных очистных сооружений и проведения в ряде случаев дорогостоящих природоохранных мероприятий [1].

Строительство предприятий и развитие промышленности приводит к формированию территорий, на которых техногенные процессы преобладают над природными. Сейчас рассматриваются возможности целенаправленного создания техногенных барьеров на пересечении с путями миграции техногенных потоков для локализации загрязнений. Ученые утверждают, что отличительной особенностью именно техногенных барьеров является возможность аккумуляции в них веществ, не встречающихся в природных условиях, таких как нефтепродукты, полиароматические углеводороды, пестициды и др. Концентрации веществ, имеющих природные аналоги, на техногенных барьерах в ряде случаев значительно выше, чем на природных [1].

На сегодняшний момент в условиях эвтрофикации и токсификации водохранилищ особо важным представляется изучение экотоксичности компонентов экосистем. Волгоградские ученые разработали процессно-аппаратурную схему для очистки Цимлянского водохранилища от донного ила и его дальнейшей переработки. Эта схема состоит из четырех взаимосвязанных узлов: сбор и транспортировка ила из водохранилища, обезвоживание донных отложений, сушка обезвоженных донных отложений, пылеулавливание. Результатом переработки донного ила является натуральный продукт без каких-либо добавок и примесей, который представляет собой сухое твердое вещество [1]. Донный ил, переработанный по предложенной схеме можно использовать при производстве экологически чистых удобрений, кормовых добавок, добавок для рекультивации почв.

Список литературы

1. Лобачева Г.К., Смотрова О.Г. Состояние поверхностных и подземных вод Волгоградской области и способы их защиты от загрязнения / Г.К. Лобачева, О.Г. Смотрова // Вестник ВолГУ. – 2012. – №6. – С. 101–109.

2. Новикова Н.М., Калюжная И.Ю. Выявление и картографирование экологических конфликтов на примере Цимлянского водохранилища / Н.М. Новикова, И. Ю. Калюжная // Аридные экосистемы. – 2012. – №3 (52). – С.31–42.

УДК 631.4 (470.57)

Петрова В.В., Кутлияров А.Н.

СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Башкирский государственный аграрный университет" (БГАУ)

Аннотация: в статье рассказывается о состоянии земель сельскохозяйственного назначения, а именно подсчитаны площади по угодьям.

Ключевые слова: земли сельскохозяйственного назначения, территория Республики Башкортостан, категория земель, качество земель.

Abstract: the article discusses the status of agricultural land, namely the estimated area by land.

Key words: agricultural land, the territory of the Republic of Bashkortostan, land category, land quality.

Территория Республики Башкортостан занимает 14294,7 тыс. га, их этого 8% территории Российской Федерации и 0,1% суши всего земного шар. Среди 86 субъектов Российской Федерации республика занимает по общей площади 14 место, по площади сельскохозяйственных угодий-7 и по площади пашни -6 место.

Территория республики отличается большим разнообразием природных и социально -экономических условий. По сельскохозяйственному районированию выделяют шесть зон: Северную, Северо-Восточную и Южную (Переходную) лесостепные зоны, Предуральскую и Зауральскую степные зоны и Горно-лесную зону[5].

Землями сельскохозяйственного назначения - это земли за границами населенных пунктов, предоставленные для нужд сельского хозяйства или предназначенные для этих целей. Земли данной категории являются основным производством в сельском хозяйстве, имеют особый правовой режим и подлежат охране, направленной на сохранение их площади, предотвращение развития негативных процессов и повышение плодородия почв.

На 1 января 2016 года площадь земель сельскохозяйственного назначения в Республике Башкортостан составила 7319,6 тыс.га. Это земли, предназначенные для сельскохозяйственных целей и используемые сельскохозяйственными организациями и гражданами для производства сельскохозяйственной продукции. Данной категорией являются земли, предоставленные различным сельскохозяйственным предприятиям и организациям (товариществам и обществам, кооперативам, государственным и муниципальным унитарным

предприятиям, научно-исследовательским учреждениям). В нее входят также земельные участки, предоставленные гражданам для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства, личного подсобного хозяйства, садоводства, огородничества, животноводства и сенокошения.

В общую площадь категории земель входят площади, занятые земельными долями (в том числе невостребованными) и земельными участками сельскохозяйственного назначения, принадлежащие гражданам.

В целом, площадь категории земель сельскохозяйственного назначения в Республике Башкортостан по сравнению с предшествующим годом уменьшилась на 0,6 тыс. га. Это произошло за счет перевода земель площадью 0,3 тыс.га в категорию земель промышленности и иного специального назначения и 0,3 тыс.га в категорию земель населенных пунктов. Земли данной категории в установленном порядке отводились под строительство новых и расширение территорий уже действующих предприятий промышленности, транспорта и связи[1].

В составе земель сельскохозяйственного назначения сельскохозяйственные угодья занимают первое место, площадь которых составляет 6664,6 тыс.га (91,1%), из них пашни 3463,9 тыс.га. Лесные площади и лесные насаждения, не входящие в лесной фонд, составляют 316,3 тыс.га (4,3 %). На долю земель, занятых водными объектами, дорогами, застройками и прочими землями, приходится 338,7 тыс.га или 4,6% (рисунок 1).

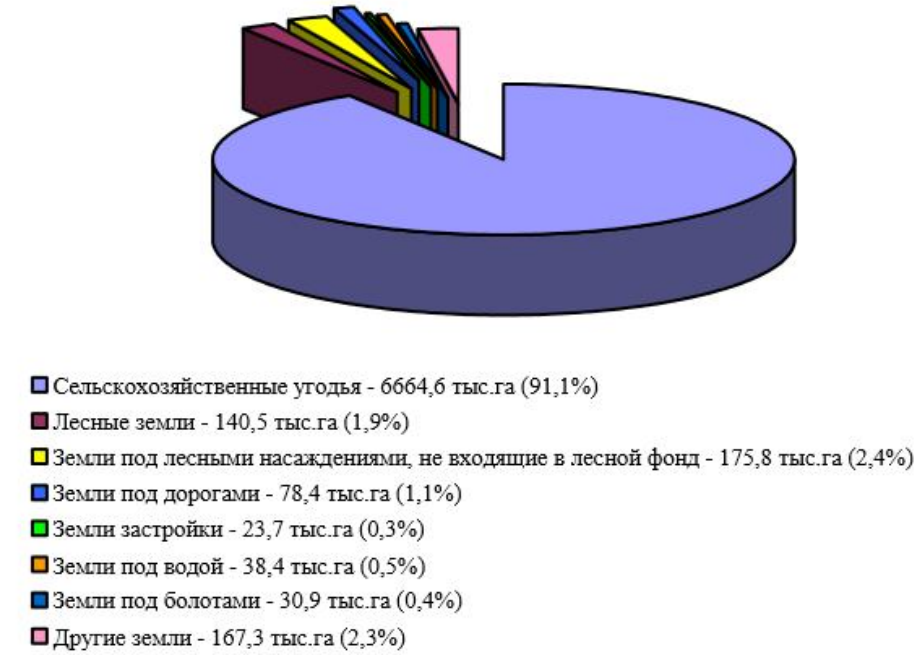


Рисунок 1 - Распределение земель сельскохозяйственного назначения по угодьям.

Немалыми площадями земель сельскохозяйственного назначения располагают Баймакский район – 339,1 тыс.га, Хайбуллинский район – 336,6 тыс.га и Абзелиловский район – 223,5 тыс.га. В Давлекановском, Стерлитамакском, Куюргазинском, Благоварском районах площади земель сельскохозяйственного назначения составляют более 86% от общей площади районов.

Наибольший процент сельскохозяйственных угодий к общей площади земель сельскохозяйственного назначения являются следующие районы: Салаватский - 98%, Белокатайский, Татышлинский - 97%, Калтасинский, Янаульский - 96%[1].

Характерной особенностью современного состояния сельскохозяйственных угодий республики является ухудшение общей экологической ситуации, обусловленное разбалансированностью энерго-массообмена в системе «почва- растение- окружающая среда» и наблюдаемой ослабленностью экологических функций плодородия почв; отрицательным балансом гумуса, достигающим 900-1150 кг/га в зависимости от типовой принадлежности пахотных почв; в результате внесения органических удобрений в количестве, недостаточном (в среднем около 8,0 т/га) для воспроизводства плодородия почв; генетически низким содержанием в почвах доступных форм фосфора и минерального азота; безвозвратным отчуждением основных элементов питания растений без компенсации минеральных удобрений на положительный баланс, обесструктуриванием и переуплотнением пахотного слоя почвы, сопровождаемого заметным снижением воздухо-теплообмена и биологической активности почв.

Эрозия является одним из факторов оказывающее негативное влияние на плодородие пахотных земель.

Ознакомившись с материалами почвенного обследования ГУП «Башземоценка», 2000г. узнали, что площади сельскохозяйственных угодий подверженные эрозией составляла 5,6 млн га. Большую часть, которую водная эрозия (3,8 млн га сельхозугодий). Ветровой эрозии подвержено 144,9 тыс.га сельхозугодий, в том числе пашни-59,8 тыс. На площади 25,1тыс. га сельхозугодий выявлено совместное проявление водной и ветровой эрозии почв [7].

Прекращение водной и ветровой эрозии почвы осуществляется с помощью освоения почвозащитных севооборотов, применения почвозащитных обработок, лесомелиорации и др. на сильноэродированной части пашни единственно надежным и экологически целесообразным способом прекращения окончательной потери плодородия почвы считается залужение – посев многолетних трав.

Среднее содержание гумуса в пахотном горизонте в серых лесных почвах составляет 5-6%, в черноземах 8-9%, мощность гумусового

горизонта 25-35см (серые лесные) и 40-60см (черноземы) при существенных колебаниях по зонам.

Для поддержания бездефицитного баланса гумуса и простого воспроизводства плодородия почв необходимо ежегодно вносить органических удобрений не менее 8 тонн на 1 га севооборотной площади. Для покрытия этого объема помимо навоза необходимо шире использовать и другие источники органики: сидеральные удобрения, солому и компосты на ее основе, торфяные коспосты, дефекат и т.д. особо следует обратить вниманеи на расширение объемов использования зеленого удобрения (сидератов).

В настоящее время средней обеспеченностью подвижным фосфором характеризуются 37,6% почв, повышенной-26,4%, высокой-15,9% и низкой обеспеченностью- 20,1%почв.

Особое беспокойство вызывает рост массивов переувлажненных земель, площадь которых в настоящее время составляет более 250тыс. га. Проявляются они на территории Архангелького, Благовещенского, Бирского, Гуфурийского, Дюртюлинского, Краснокаменского, Кушнаренковского, Мелеузовского, Салаватского, Туймазинского, Янаульского районов.

Большие площади каменистых почв находятся в Абзелиловском, Баймакском, Бижбулякском, Зианчуринском, Ермевеевском, Зилаирском, Кургарчинском, Куюргазинском, Миякинском, Учалинском , Хайбулинском районах[2].

Значимость земли как объекта хозяйственной деятельности в первую очередь определяется ее естественным плодородием –способностью почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности

Список литературы

1. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Республике Башкортостан в 2015 году [Текст] / Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по РБ ; [редкол.: И. М. Шеляков [и др.]. - Уфа : [б. и.], 2016. - 234 с.

2. Губайдуллина Г. Р. Управление землями сельскохозяйственного назначения Республики Башкортостан: учебное пособие / Под ред. И.Д. Стафийчука.- Уфа: Башкирский ГАУ, 2013.-168с.

3. Кутлияров, Д.Н. Об эколого-экономическом обосновании противоэрозионных гидротехнических мероприятий в Республике Башкортостан [Текст] / Д.Н. Кутлияров, А.Н. Кутлияров // Природообустройство. 2010. - №4 - С.108-110.

4. Кутлияров, А.Н. Организационно-экономический механизм защиты земель сельскохозяйственного назначения от деградации [Текст] / А.Н. Кутлияров // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Государственный университет по землеустройству. Москва, 2008. с. 27.

5. Кутлияров, А.Н. Организационно-экономический механизм защиты земель сельскохозяйственного назначения от деградации (на материалах Республики Башкортостан) [Текст] / А.Н. Кутлияров // Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Государственный университет по землеустройству. Москва, 2008.

6. Кутлияров, А.Н. Модель организационно-экономического механизма защиты земель сельскохозяйственного назначения от деградации [Текст] / А.Н. Кутлияров, Д.Н. Кутлияров // Достижение науки и техники АПК. - 2009.- №9.- С. 5-6.

7. Стафийчук, И.Д. Нормативно-правовое обеспечение мониторинга земель [Текст] / И.Д. Стафийчук, А.Н. Кутлияров, Д.Н. Кутлияров // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2011. - №9.-С.39-40.

УДК 631.412: 624.131.413

Безик Д. А., Гурьянов Г. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ПОЛЯРИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОДОВ

Брянский государственный аграрный университет, г. Брянск

Аннотация. Электропроводность почв является важным физическим параметром, необходимым как для оценки других их свойств, так и для оценки и расчёта некоторых технических средств, например заземления. Протекание электрического тока через почву сопровождается поляризацией электродов. Это приводит к зависимости электрических свойств контакта почва-электрод от частоты, что необходимо учитывать при измерении электропроводности почвы и при проектировании некоторых устройств, например заземления. В статье приведены результаты измерений частотных характеристик системы электрод-почва-электрод в области частот от 0.01 Гц до 200 кГц. Предложена эквивалентная схема замещения этой системы.

Ключевые слова: почва, электрическая проводимость, поляризация, частотные характеристики, эквивалентная схема.

Abstract. The electrical conductivity of the soil is an important physical parameter needed to estimate other properties. It is also necessary to evaluate and calculate some technical means, such as grounding. The flow of electric current through the soil is accompanied by polarization of the electrodes. This leads to the dependence of the electrical

properties of the contact soil-electrode from the frequency that must be considered when measuring the electrical conductivity of the soil and in the design of some devices, such as grounding. This article presents the results of measurements of frequency characteristics of the system electrode-ground-electrode in the frequency range from 0.01 Hz to 200 kHz. The proposed equivalent circuit of this system.

Keywords: soil, electrical conductivity, polarization, frequency characteristics, equivalent circuit.

Введение. Электропроводность почв часто применяется в сельском хозяйстве для оценки их агротехнических свойств. Также она широко используется в геофизике для оценки содержания углеводородов, в электроснабжении при расчёте заземления и т. д. Часто считается, что электропроводность почв имеет некоторое постоянное значение. В большинстве случаев рассматривается лишь влияние влажности и температуры. Однако, как показывают практика и расчёты, нельзя пренебрегать зависимостью электропроводности почвы от частоты, а также контактными явлениями, связанными с поляризацией электродов.

Известно, что измерение электропроводности почв на постоянном токе или на переменном токе малой частоты приводит к поляризации электродов, заключающемся в перераспределении зарядов по почвенному образцу [7 - 9]. Также, при поляризации происходит перемещение влаги и коллоидных частиц. Всё это приводит к тому, что в результате измерений получается не истинное значение электропроводности почвы, а всей измерительной ячейки, учитывающее и все контактные явления, приводящие к искажению результатов измерений.

Использование электропроводности почв и грунтов для диагностических целей требует исключения влияния поляризации электродов. Для этого применяется ряд мер – измерение на переменном токе, использование токов и напряжений малой величины, применение инертных неокисляющихся электродов, измерение на образцах разной толщины с последующей коррекцией результатов и т. д.

Наиболее эффективным и широко применяемым является применение четырёхэлектродного метода, когда два электрода являются токовыми, а измеряемая разность потенциалов снимается с двух потенциальных электродов, расположенных между токовыми [1 – 3, 8]. Применяемое значение частоты составляет единицы килогерц. Измеренное значение электропроводности позволяет судить о различных свойствах почв – содержании влаги, солей, глины, гумуса и др. [3, 5, 9].

В условиях протекания постоянного тока становятся важными и другие параметры, например состав воздуха, насыщающего почву [6]. То есть протекание низкочастотных токов через почву существенно отличается от протекания токов высокой частоты.

Влияние частоты переменного тока на электропроводность почвы

рассмотрено в ряде работ, касающихся расчётов заземления систем молниезащиты [2, 4]. В этих работах показано, что на низких частотах (ниже 1000 Гц) электропроводность почвы падает из-за поляризации, в полосе средних частот (около 1…100 кГц) остаётся постоянной, а на высоких частотах (более 100 кГц) растет с увеличением частоты. Авторы произвели расчет сопротивления заземления учтя эту особенность электропроводности почвы. Ими было показана важность учета частотных характеристик электропроводности почвы. Авторы указанных работ произвели экспериментальные исследования в диапазоне частот от сотен герц да единиц мегагерц. Нижний предел их измерений обусловлен необходимостью избавиться от поляризации электродов, а также тем, что спектр токов при разряде молнии лежит в диапазоне от десятков герц до сотен килогерц. В то же время необходимо отметить, что заземление - это система, состоящая из заземлителя и почвы, контактные явления между которыми существенно влияют на эффективность заземления. Через заземление могут потекать токи разной частоты - малой, обусловленной переходными процессами в электромеханических системах, токи промышленной частоты и её высокочастотные гармоники, а также широкого спектра от постоянного до сотен килогерц при разряде молнии. Поэтому становиться ясно, что при точном расчёте заземления требуется учет частотных свойств заземления, в том числе с учётом поляризационных явлений. Исследование частотных характеристик электропроводности системы электрод-почва-электрод является целью данной работы.

Методика исследований.

Измерение частотных характеристик системы электрод-почва-электрод производилось в диапазоне частот от 0.01 Гц до 200 кГц. В качестве источников были использованы генераторы ГФ-05 и Г3-112. Применялось напряжение около 1 В. Измерение величины и фазового сдвига напряжения производилось с помощью осциллографа RIGOL DS1102E. Исследовались легкосуглинистые серые лесные почвы Брянской области горизонта В. Почвенный образец в виде суспензии помещался в стеклянную кювету (h=40 мм, ∅60 мм) с проволочными электродами из инертного сплава (ПдВ-20.Т.0,15), расположенными параллельно. При измерениях кювета помещалась в термостат. Влажность определялась весовым методом.

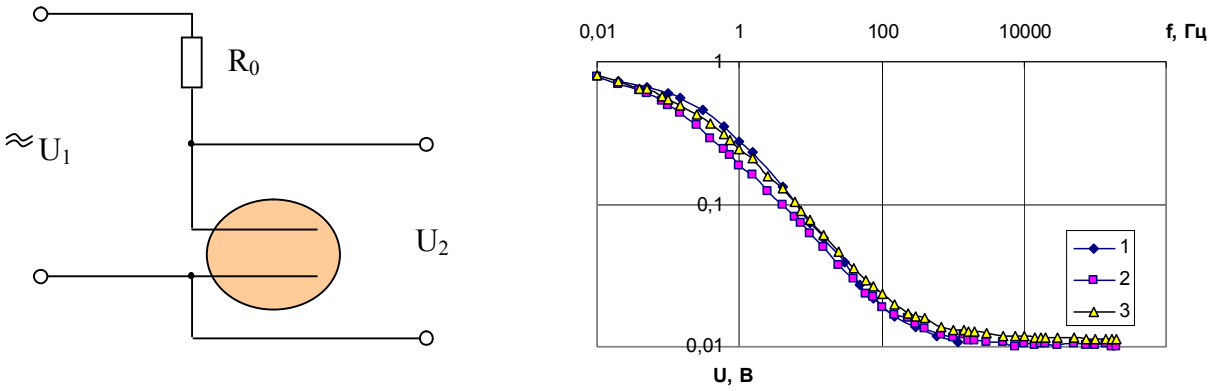
Кювета, соединённая последовательно с шунтом, подключалась к генератору. С помощью осциллографа измерялось напряжение на выходе генератора и на измерительной кювете. Определялась комплексная полная проводимость $Y = G + i\omega C$, где G - активная проводимость, ωC - реактивная проводимость. По результатам эксперимента определялся коэффициент

передачи $|K(\omega)| = |U_2/U_1|$ и угол сдвига фаз $\varphi(\omega)$. По ним вычислялись активная и реактивная проводимость почвы, а также диэлектрическая проницаемость почвы.

Результаты экспериментов.

Эксперименты показали существенную зависимость электропроводности системы электрод-почва-электрод от частоты (рисунок 1). В области высоких частот электропроводность электрод-почва была практически неизменна, а вот при частотах ниже 1 кГц существенно падала. При этом наблюдалось отставание по фазе напряжения U_2 от U_1.

Эквивалентная схема почвы представлялась в виде комбинации активного и емкостного сопротивления. Так как аппроксимирующие отрезки имеют наклон порядка 10 дБ/дек, то для составления эквивалентной схемы применили систему с распределёнными параметрами (см. рисунок 2) [2]. Это легко объясняется неоднородностью структуры почвы и неравномерным распределением размеров её частиц. Для достижения приемлемой точности оказалось достаточно 6 RC-цепочек с параметрами, указанными на рисунке 2 в таблице. Сравнение расчётных и экспериментальных частотных характеристик приведено на рисунке 3. Различие расчётной и экспериментальной ФЧХ объясняется неточностью аппроксимации конечным количеством RC-цепочек, недостаточным количеством данных в области инфранизких частот, а также ошибками измерения фазового сдвига.

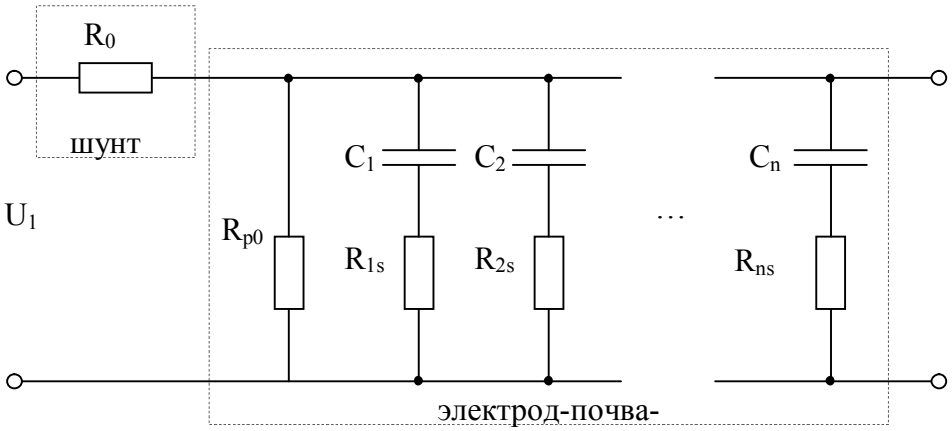


а) б)

Рисунок 1 – Зависимость напряжения на измерительной ячейке от частоты: а) схема измерения; б) график зависимости измеренного напряжения в зависимости от частоты (1 - влажность 10%; 2 - влажность 5%; 1 - влажность 1%;).

По геометрическим параметрам измерительной ячейки были рассчитаны удельная электропроводность γ и диэлектрическая проницаемость почвы ε. В области инфранизких частот значение ε становиться очень большим (вплоть до 10^9), на что указывают и другие авторы [4]. Это не удивительно, с учётом того, что современные суперконденсаторы используют принцип разделения ионов диффузного слоя, что в принципе соответствует и случаю поляризации электрод-почва.

Удельная электропроводность почвы γ существенно зависит от влажности. Зависимость γ(f), изображенная в логарифмических координатах несколько уменьшает визуальное различие электропроводности образцов с разной влажностью, но демонстрирует неизменность характера частотной зависимости γ(f) (см. рисунок 4). График γ(f) имеет выраженный горизонтальный участок, начинающейся с некоторой граничной частоты $f_г$, практически не зависящий от влажности.



R_i, Ом	2400	14000	4200	900	200	300
C_i, Ф	0.00000005	0.000006	0.000017	0.000013	0.000009	0.000001
R_{p0}, Ом	7500					

Рисунок 2 – Эквивалентная схема и её параметры.

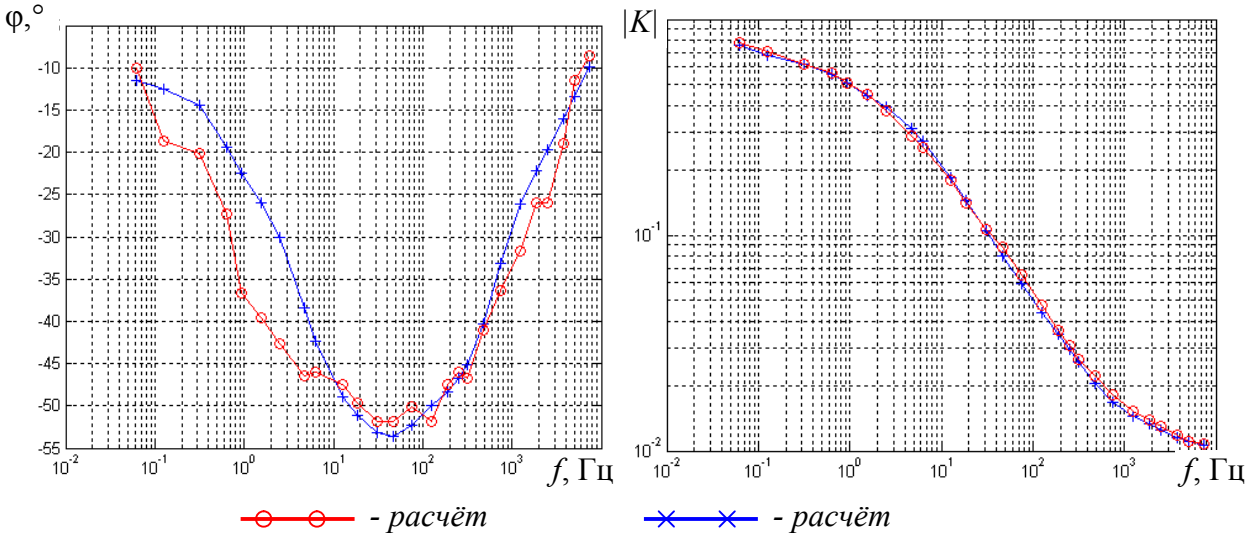


Рисунок 3 – Сравнение расчётных и экспериментальных характеристик (влажность 5%).

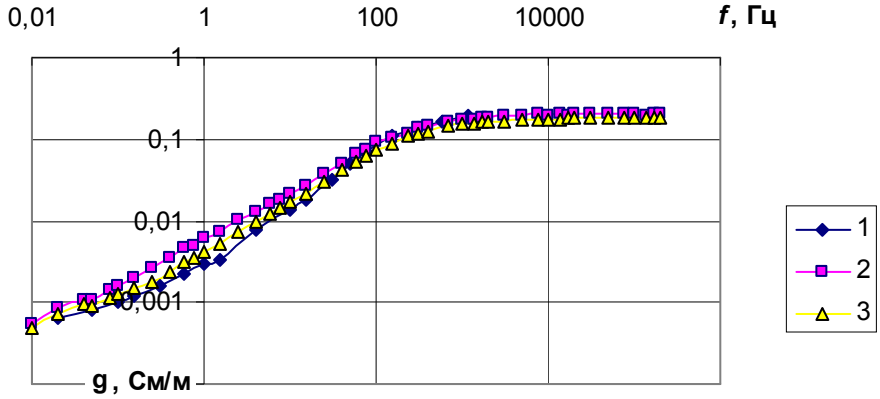


Рисунок 4 – Сравнение расчётных и экспериментальных характеристик (1 - влажность 10%; 2 - влажность 5%; 1 - влажность 1%;).

Выводы.

1. На основе эксперимента определена нижняя граница частоты переменного тока, не приводящая к существенной поляризации электродов и пригодная для измерения электропроводности почвы. Для легкосуглинистой серой лесной почвы Брянской области горизонта В она составляет около 1000 Гц.

2. При расчёте систем заземления следует учитывать явление поляризации в контакте почва-электрод и учитывать частотные свойства этого элемента.

Список литературы

1. Friedman S. Soil properties influencing apparent electrical conductivity: a review /S. P. Friedman //Computers and Electronics in Agriculture. – V.46(1). – 2005. – pp. 45-70.

2. Portela C.M., Measurement and modeling of soil electromagnetic behavior, in:IEEE International Symposium on. Electromagnetic Compatibility, Seattle, WA,1999, pp. 1004–1009.

3. Pozdnyakova, L. A. 1999. Electrical properties of soils. Soil Science, University of Wyoming, Laramie, WY.

4. Wang S. Experimental study on frequency-dependent properties of soil electrical parameters. /S Wang, Z. Li, J. Zhang, J. Wang, L. Cheng, T. Yuan, B. Zhu // Electric Power Systems Research. - V.139. -2016. – pp. 116-120.

5. Агрофизические свойства почв: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство» /Сост.: В.И. Губов// ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 63 с.

6. Безик Д.А. Влияние газовой фазы на электрические свойства почв./Д.А. Безик, Г.В. Гурьянов.//Научное обозрение. -2015. -№11. -С. 123-132.

7. Злочевская Р.И. Электроповерхностные явления в глинистых породах /Р.И. Злочевская, В.А. Королёв. - М.: Изд-во МГУ, 1988. - 177 с.

8. Нерпин С.В. Физика почвы / С.В. Нерпин, А.Ф. Чудновский. - М.: Наука, 1967. – 584 с.

9. Поздняков А.И. Стационарные электрические поля в почвах. /А. И. Поздняков, А. Д. Позднякова М.: КМК Scientific Press Ltd, 1996. - 358 с.

УДК 332.2 (470.57)

Мурзагалина А.Р., Заманова Н.А.

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ В ПОСЕЛКЕ ТАШЛЫ-ЕЛГА ИГЛИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», г.Уфа

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы инвентаризации земель в поселке Ташлы-Елга Иглинского района Республики Башкортостан.

Ключевые слова: Земельный фонд, инвентаризация земель, нерациональное использование земель, мониторинг земель.

Abstract. In the article the questions of the inventory of land in the village of tashly-Yelga Iglinsky district of the Republic of Bashkortostan.

Key words: Land Fund, land inventory, irrational use of lands, monitoring of lands.

Инвентаризация земель - это мероприятие, проводимое для уточнения или установления местоположения объектов землеустройства, их границ (без закрепления на местности), выявления неиспользуемых, нерационально используемых или используемых не по целевому назначению и не в соответствии с разрешенным использованием земельных участков [1].

Этапы инвентаризация земель:

1.подготовительный;

2.полевой;

3.камеральный.

В подготовительном этапе собираются, анализируются материалы инвентаризации земель, решаются вопросы о границе территории, проводятся исследование геодезической сети на местности, составляется техническое задание.

В полевом этапе осуществляются все виды геодезических работ для получения кадастровых данных о расположении участков; обследуются границы пользования на местности; согласуются пределы участков со смежными владельцами; выявляются факты нерационального использования, а также спорных границ, обременений; проводится сбор семантических кадастровых сведений.

В камеральном этапе совершается обработка полученных данных и их оформление: проводится проверка полевых журналов, формируется кадастровый план, уравниваются сети съемочного планового обоснования, рассчитываются координаты поворотных участков, определяется площадь аналитическим способом, составляется план территории и чертеж инвентаризации, оформляется ведомость кадастровых сведений, формируется технический отчет, создается база данных [5].

Инвентаризация земель населенного пункта Ташлы-Елга Иглинского района Республики Башкортостан произведена земельно-кадастровым бюро в 2001 году.Площадь земель в черте населенного пункта Ташлы-Елга, подлежащих к инвентаризации по учетным данным составляла 6 га.

Населенный пункт Ташлы-Елга состоит из одного квартала. До инвентаризации имелось 19 землепользований [7].

Оформление топографо – геодезических работ и материалов инвентаризации выполнялось в соответствии с «Рекомендациями по оформлению отчета о топографо-геодезических работах и землеустроительного дела по инвентаризации земель по инвентаризации земель населенных пунктов», утвержденными председателем Госкомзема РБ 19.03.01г.

Инвентаризация проводилась инструментальным способом, с помощью электронного тахеометра 3 ТА 5.

При проведении инвентаризации были выполнены следующие виды работ:

1.нанесение на план границ земельных участков и присвоение им кадастровых номеров;

2.составление списков собственников, землевладельцев, землепользователей и арендаторов земельных участков;

3.закладка опорной - межевой сети в составление карточек закладки ОМС и сдача их на сохранность в сельсовет (3 знака);

4.развитие съемочных сетей в местной системе координат;

5.обмер земельных участков инструментальным методом;

6.оформление акта согласования границ со смежными собственниками, землевладельцами, землепользователями;

В результате инвентаризации площадь земель в черте населенного пункта Ташлы-Елга составила 7 га, в том числе площадь – физических лиц составила 5,2 га, 2 землевладения на площади 0,3 га прошли перерегистрацию и имеют соответствующие документы, земли общего пользования составляют 0,9 га.

Комиссией было одобрены материалы инвентаризации земель населенного пункта Ташлы-Елга Лемезинского сельсовета и представлены на утверждение Главе администрации Иглинского района.

Комитет по земельным ресурсам и землеустройству Иглинского района внес соответствующие изменения в земельно-кадастровую документацию района и списки плательщиков земельного налога и по результатам инвентаризации произвел государственный кадастровый учет земельных участков землепользователей поселка Ташлы-Елга.

Администрацией Лемезинского сельсовета были внесены изменения в земельно-кадастровую документацию поселка Ташлы-Елга.

Таким образом, инвентаризация земель нужна для того чтобы выявить земельные участки не используемые, не рационально используемые и используемые не по целевому назначению.

Список литературы

1.Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 30.12.2015) (вступ. в силу с 01.01.2016) // Собрание законодательства РФ. –2001. –N 44. ст. 4147.

2.Асфандияров А.З. История сел и деревень Башкортостана и сопредельных территорий. – Уфа: Китап. –2009. –744с.

3.Афанасьев Ю.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды/ Фомин С.А. – Москва: МНЭПУ. –1998. –238с.

4.Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Республике Башкортостан в 2015 году [текст]. –

Уфа: Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Республике Башкортостан. –2016. –240с.

5.Варламов А.А., Землеустройство. –Москва: Колос. –2001. –496с.

6.Отчеты Иглинского района по состоянию и развитию экономики за 2013-2016 гг.250 с. (дата оповещения 18.12.2016).

УДК 528.9:332.3

Старостина А.Е.[1], Заманова Н.А.[2]

КАРТОГРАФИЯ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ

[1]Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

[2]Башкирский государственный аграрный университет, г.Уфа

Аннотация: В данной статье рассмотрена проблема необходимости картографической основы в землеустроительных работах. Планово-картографический материал включает в себя карты, планы, чертежи, которые позволяют нам наглядно увидеть в графической форме сведения о границах участков. На картах и планах мы можем получить детальную информацию об интересующем объекте.

Ключевые слова: землеустройство, картография, геодезия, топография, карта, план, чертеж, масштаб, земельный участок.

Abstract: In this article the problem of necessary cartographic basis of land management. Planning and cartographic material includes maps, plans, drawings that allow us to visualize in graph form data on parcel boundaries. On maps and plans, we can obtain detailed information about a particular object.

Key words: land management, cartography, geodesy, topography, map, plan, drawing, scale, plot.

В настоящее время практически любая наука нуждается в картографической форме выражения исследований, но свое начало наука о географических картах, берет еще с первобытнообщинного строя. Картография возникла прежде всего из-за потребности материальной жизни общества [4]. Еще за много тысячелетий до нашей эры, люди изображали на песке, деревьях, пещерах окружающую среду.

Первые картографические исследования появились в Древней Греции, карты о шарообразности Земли и ее размерах - «Руководство по географии Клавдия Птолемея». В античное время географические карты достигли наивысшего развития, были введены сетки меридианов и параллелей, градусная сетка, были предложены географические проекции Земли [4].

Когда рабовладельческое общество заменилось феодальным строем, потребность в картах стала ничтожной, так как господствовало

натуральное хозяйство. Но в эпоху Возрождения, картография снова достигает высоких результатов, появляются компасы, благодаря книгопечатанию, появилось гравирование и печатание карт [4].

В России большой вклад в развитие картографии внесли петровские преобразования, Петр 1 осуществляет государственную подготовку съемщиков-геодезистов. Первый знаменитый «Атлас Российский» был создан при участии Л. Эйлера. Большой вклад в науку внес М.В. Ломоносов, при нем было создано более 250 карт, он уделил много времени для обучения и подготовки картографов и геодезистов. Ценные материалы для составления карт в 19 веке сыграло Русское географическое общество (1845г.) [4].

В наши дни картография продолжает свой путь развития, и невозможно представить науку, которая не нуждалась бы в картографической основе. Картография неразрывно связана с геодезией, топографией, аэрофотограмметрией и другими науками о природе и обществе. Но хотелось бы обратить внимание на общественную науку – землеустройство, которая занимается совокупностью мероприятий, упорядочивающих земельные отношения [5].

Главные задачи землеустройства состоят в том, чтобы обеспечить рациональное использование земель и улучшать их состояние, а также повысить экономическую эффективность [5]. Одна из главных целей землеустройства, установить или изменить существующие границы земельных участков, административных образований, земель иного специального назначения, разграничить земельные участки собственников земли, упорядочить старые землепользования, а также установить четкие границы городов и других населенных пунктов [1]. Данные мероприятия проводятся с помощью геодезических работ, почвенных и геоботанических исследований и др., в том числе и картографических [1]. Планово-картографический материал включает в себя чертежи, планы, карты, которые позволяют нам увидеть в графической форме сведения о границах образования, с нанесением топографической основы, необходимой для определения его местоположения. Иными словами, картография позволяет нам «перенести» на бумагу то, что мы видим в реальном времени, опираясь на известные координаты и масштаб [2].

Благодаря своевременным и достоверным материалам, мы можем получить точную, детальную информацию об объекте. Практическое значение карт обусловлено соразмерностью картографического изображения, то есть позволяет точно определить географическое положение объектов карты [3].

Карты и планы всесторонне отражают заданную тематику. Единообразие карт, планов чертежей достигается использованием единых проекций, масштабов, типовых компоновок, географических основ,

принципов классификации, единых правил для описания, разработки легенд [4]. Чертеж границ составляется на основе геодезических съемок, либо ориентировочно. На чертеже указываются линейные размеры участка, его расположение в соответствии с масштабом. Схема местности, составляется по карте или аэрофотоснимку с натуры [5].

Важный документ в землеустройстве и земельном кадастре - план земельного участка, который непосредственно составляется на основе картографических знаний. Это чертеж, в котором в уменьшенном виде представлена горизонтальная проекция точных размеров и форм земельного участка, минимальный масштаб 1:10000, его площадь и ориентирование относительно меридиана [4]. Планы могут быть с изображением холмов, оврагов, то есть топографическими с полным рельефом местности, и контурными без изображения чего-либо [4]. На плане изображаются пункты ГСС и межевые знаки, дирекционные углы и румбы, поворотные точки границ участка и ситуация [2].

Карта местности является более общим элементом планово-картографической основы. Карта существенно отличается от плана. Составление плана участка можно считать производственной задачей, а составление карт, это общегосударственная задача. Картографическое изображение отличается от всех других тем, что информация, представленная на карте, прошла генерализацию [4].

Картография передает расположение и характеристики земной поверхности. На современном этапе карты не чертят вручную, а пользуются современными технологиями, компьютерами, что упрощает работу специалистам данной области, делая ее быстрее, качественнее и точнее [2]. Вопрос о земельных участках, требует комплексного подхода. В настоящее время можно разными способами и средствами изучить территорию, смотря, что именно требуется землепользователю [5].

Результаты геодезических съемок лежат в основе любой карты или схемы. Геодезия собирает данные, а картография помогает модифицировать полученную информацию в образно-знаковые модели. Графический материал является конечным результатом., который требуется при дальнейшем исследовании материала в землеустройстве.[4].

Картографические данные применяются во всех отраслях жизнедеятельности человека. В современном мире, каждый человек должен иметь представление о земной поверхности, ее специфике, процессах. Картография не может стоять на месте и развивается, так как мы не можем полагаться на старые карты, отсутствие современной цифровой основы при проведении государственного учета создает ряд проблем с границами участка [3]. В землеустройстве, картографическая информация представляет сущность предмета, опираясь на материал, мы имеем представление о земельных участках, зданиях, сооружениях и т.д.

В нашей стране до сих пор есть регионы в которых отсутствует современная картографическая основа, это не позволяет своевременно и эффективно решать задачи землеустройства [4].

Из всего вышесказанного можно подвести итог, при решении землеустроительных задач, мы опираемся на ряд наук, которые дополняют друг друга и неразрывно связанны между собой, одна из них – картография. Мы не можем опираться на старые карты при работе с участками, при проектировании зданий и сооружений на участках. На основе данных карты проводится оценка земель, решаются задачи дальнейшего использования.

Список литературы

1. Российская Федерация. Законы. О землеустройстве: закон РФ от 18 июня 2001 года // Российская газета. 23 июня 2001.
2. Сухорукова С.А., Дышлюк С.С. Природопользование как объект картографирования / ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр.: сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск
3. Варламов А.А., Гальченко С.А. Земельный кадастр. Географические и земельные информационные системы. Т.6. – М. Колос, 2006.
4. Южанинов В.С., Картография с основами топографии: Высшая школа, 2001.
5. Сулин М. А. Землеустройство. — СПб.: Издательство «Лань», 2005.

УДК 528.9

Хамитова А.Р., Заманова Н.А.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», г.Уфа

Аннотация. В данной статье рассмотрены состояния экологической системы изображенные в геоэкологических картах. Проведено сравнение типов оценочных карт.

Ключевые слова: экологическая система, геоэкологическая карта, геологическая система, карта, природная среда.

Abstract. This article describes the state of the ecological system is depicted in geoecological maps. A comparison of the types of evaluation maps.

Key words: ecological system, geoenvironmental map of the geological system, map, natural environment.

Изучая большое количество отечественных книг, в которых описываются проблемы и перспективы картографического моделирования, в базе данных изображается многочисленное количество нововведенных направлений в области картографии по материалам защищенных докторских и кандидатских изданий, а так же защищенных дисертаций за последние 9-15 лет. По мнению многих авторов, основные компоненты тематического картографирования являются «природно-техногенные комплексы или экологические системы» [С.А. Сладкопевцев, Е.В. Краснов].

Природным комплексом называется функционирующая система в результате взаимодействия природной среды и сельского хозяйства, которая, как основной носитель и средообразующих функций природно-техногенного комплекса удостаивает особого внимания [2]. Изучение ее с ландшафтными экологическими позициями может быть удовлетворительным при условии ее строгого и определенного предположения о том, что «природно-техногенный комплекс – региональная агрономическая система, которая является не однородной, а так же определенным образом территориально организованной. Природная подструктура имеет агрономо-ресурсный потенциал, который представляется в образе ресурсно-производящем назначении природно-техногенного комплекса и определяется степенью доброкачественности любого природного элемента для устройства организации сельского хозяйства.

Экологическая система – это взаимосвязанная, единая функциональная суммарность живых организмов и среды их обитания [1]. Составными частями экосистемы являются биоценоз и биотоп. Природная система, в которой живые организмы и место их обитания объединены в функциональное целое через взаимодействие веществ и энергоспособности, тесную причинно-следственную взаимную связь и зависимость слагающих экологических компонентов. Примерами экологической системы являются леса, луга, пашни, озера и т.п. Как на известно, что экологическая система - это элементарная структурная единица биосферы. Инициативность различного вида постоянно направлена на экологические системы, в которых нет жизни на Земле. Для различного профессионального специалиста в его деятельности и для каждого человека и в обычной жизнедеятельности, существует не «природоохранный комплекс», а экологические системы или их целостность, с которыми он имеет дело. И это необходимо всегда

учитывать, принимая различные решения для выполнения действий и задач в контакте с окружающей его средой.

Но стоит сразу более четко разделять эти понятия и их связи с типами оценочных карт — биоэкологических, географо-экологических (отражает взаимодействие социально-экономических и природных географических систем) и антропоцентрических, где, естественно, показываются состояние растительного и животного мира, составляющие природной среды и человека. Сравнение и различие между экосистемами (биологическими) и природно-техногенными комплексами (географо-экологическими) недопустимо по множественному количеству причин, но прежде всего стоит отталкиваться из необходимости соблюдения авторского преимущества и недопущения произвольной объяснения и определения различных терминов и понятий.

Следует ответить согласием на утверждение о том, что классификация тематических карт находится лишь на первичном этапе создания, и каждая их третья выделенная классификация может вносить многообразные оценочные карты состояние и структуры растительности и животного мира, неисполнений и загрязнений природной среды, а утверждение межсистемных связей на одной и той же карте — дело предстоящего времени. В системном отношении тематические карты подразделяются на аналитические и типологические.

Аналитические карты показывают отдельные стороны или свойства явлений (процессов) отвлеченно от целого, вне связей с другими сторонами или свойствами этих явлений. Таковы карты температур воздуха, ветров, осадков или высотных зон, крутизны, расчлененности, воспроизводящие изолированно некоторые черты климата, рельефа и т. п. Иногда аналитические карты совмещают две-три взаимосвязанные стороны явления (например, давление и ветры), образуя переход к комплексным картам.

Типологические карты − являются основными картами в тематической информационной системе, предназначенной для управления природ. пастбищами и сенокосами [3]. С заданной полнотой и достоверностью они оценивают основные закономерности пространственного размещения агрогеосистем, особенности их типологии, продуктивности, хозяйственного состояния, характеризуют кормовые ресурсы. В легенде характеристика пастбищ и сенокосов дается с большей подробностью, чем это принято для традиционных карт. Она включает следующие показатели: название угодий, основные виды районирований в динамике по сезонам, площадь, вид использования, рекомендуемый сезон использования, продуктивность, запас и питательность корма. Типологическая карта фиксирует состояние природ. кормовых угодий (конфигурацию контуров, их специальное содержание,

площади, продуктивность, кормовые ресурсы) на определенный момент времени и является базовой для составления производных карт, а также фиксированной точкой отсчёта при организации систематического контроля над динамикой изучаемых объектов и явлений.

Существенность аналитических карт в заключении и формальном отображении действительных данных о состоянии среды либо организмов, а на типологических картах производится районирование территорий по степеням экологического кризиса. Можно сделать вывод, что один подход, так и другой страдают предвзятостью, приблизительностью, мелкомасштабностью, учетом изменений во времени и т.п.

При сегодняшней степени геоэкологической устойчивости для человеческого фактора и риска экологическим системам их картографический балл на основе первостатейных или балльных пропорций не может считаться удовлетворительной. Совместно с тем спорно безусловное согласие о том, что «только количественные степени, коррелирующиеся с нормативными» предназначены для постановления практических условий и задач. Прежде всего, поскольку находимых нормативных аспектов для общих и целостных характеристик состояния экологических систем до сих пор нет (их только нужно будет разработать и провести подтверждение о соответствии в специальных инстанциях), а во-вторых, природный запас территории, как правило, не используется возможностью экологических систем.

Междисциплинарный характер географически экологических трудностей выставляет на главный план теоретического и методологического базиса их картографирования. И поэтому к ним нужно прежде всего прикрепить образец выделения картографируемого географического положения. Экономическо-региональное правило ближе всего к экологически-системному, однако и географо-химический допустим, так как дает возможность преподносить ареалы равномерного перемещения химических веществ: арены (соединения, молекулы которых содержат стабильные замкнутые и повторяющиеся группы атомов с циклической системой сопряженных связей), катены (функционально-динамическая координированность географических систем, пошагово заменяющих друг друга в курсоре от местного водного раздела к местному базису), бассейны.

Список литературы

1. Бродский А. К. Краткий курс общей экологии: учебное пособие для ВУЗов. — Санкт-Петербург,\Деан, 2000. -224 с.

2. Природообустройство: учебник для вузов/Под ред. А.И. Голованова – М.: Колос, 2008. -260 с.

3. Салищен К.А. Картоведение - Москва: Издательство московского университета, 1990 – 400с.
4. Сладкопевцев С.А. Тематическое картографирование: монография. М.: Издательство МИИГАиК . 2010.- 130 с.

УДК 528.9(470.57)

Боброва.К.И.

ШАРМ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»
г.Уфа

Никакая поездка так не интересна, как дорога домой на электропоезде. Этот вывод я сделала, когда была еще маленькой. В дорогах меня всегда укачивает, и как я помню, в детстве я никогда не любила ездить в автобусах, а в электричках ездить одно удовольствие.

Во-первых, быстрее добираешься, чем на маршрутке и не будешь стоять в автомобильной пробке , так как электричка идет по наиболее прямому маршруту и, благодаря месторасположению-способна развить достаточную скорость. Железная дорога – это ведь дорогостоящее инженерное сооружение, месторасположение которого следует планировать по наиболее прямой и равнинной местности. И для планирования перспективных дорожных трасс следует учитывать расположение населенных пунктов , рельеф и гидрографию. Для начала разработки проектов необходим топографический план, и следует провести оценочные работы трассы с учетом влияния на окружающую среду, издержек строительства и расходов на обслуживание. И уже перед проектированием железной дороги необходимо собрать данные о местности-географические данные различного рода (в том числе о рельефе), метеорологические данные и другие, существование которых вводит поправки в строительстве и эксплуатации железной дороги.[2] Точные данные о рельефе добываются путем измерения местности, что возможно провести в ускоренном темпе методом лазерного сканирования по узкой полосе. На базе полученной информации создается точная топография местности и 3-х мерная модель поверхности для железнодорожных путей и ближних окрестностей в рамках защитной полосы.[1] Метеорологические данные добываются путем длительных наблюдений.

Во-вторых, ездить в электричках экономнее ,чем на маршрутках, так как действуют льготы на проезд. Например, нам студентам скидка 50%.

Да, а вы знали что можно проехать бесплатно? Ну, или почти бесплатно, побегав от контролеров, ну или постояв в тамбуре.

А в-третьих, среди явных бонусов электрички ее особый шарм: только здесь можно почитать книжку, погрызть семечки- что чаще всего можно увидеть, пообщаться с людьми, а если ты еще и сидишь у окна, то можно понаблюдать за красотами своей Башкирии. Вот, например, только дорогой на электричке можно увидеть хвойную лесопосадку, протянувшуюся вдоль Куйбышевской железной дороги-на горе села Тавтиманово (Иглинский район) отчетливо читается «ЛЕНИН-100». Сколько труда, умения и заботы потребовалось для того, чтобы вырастить лес в такой форме, хотя к этому празднику вообще очень многое делалось-высаживались тысячи деревьев, открывались новые скверы и парки.

Путь мой прокладывается от Уфы до станции Тавтиманово. В Уфе располагается девять ж/д станций и поэтому если я нахожусь в центре города я уезжаю с «ж/д вокзала Уфа», а если в Ордженикидзевском районе, то отправляюсь со станции «Парковая»

Самой крупной пассажирской станцией является станция Уфа, где работает крупный вокзал. Железнодорожный вокзал Уфы находится в центре города, недалеко от набережной реки Белая. Это крупный транспортный узел.На станции Уфа 6 пассажирских платформ (1 боковая и 5 островных). Соединены подземным переходом ведущим в здание вокзала и к выходу в город. Уфимский вокзал является основным вокзалом Башкирского отделения Куйбышевской железной дороги. Каждый день с него отходят десятки и сотни поездов по всей стране. Второй крупный вокзал Уфы - станция Дёма, с которой тоже отходят пригородные составы.[3] Электропоезда из Уфы курсируют в направлении Кропачево, Карламан и Чишмы. Всего со станции Уфа отправляются 37 электричек, из них около 30 ежедневных, остальные отправляются в соответствии с расписанием. Расписание составляется с учетом сезонных изменений маршрутов. Как правило, летнее расписание включает в себя практически все остановки на дачных маршрутах.[4]

На данный момент в столице Башкортостана строятся двенадцать остановок для внутригородской электрички. Планируется, что внутригородская электричка снизит транспортную проблему Уфы, которые не удалось решить с помощью так и не построенного метрополитена. На данный момент готова пока только ветка Уфа-Шакша.

Список литературы

1) Дубровский.А.В «Земельно-информационные системы в кадастре
2) Южанинов.В.С. «Картография с основами топографии»
3) https://vokzal.ru
4) http://poezdato.net/raspisanie-po-stancyi/ufa/elektrichki/

УДК 528.9:551.4

Гималетдинов И.И., Заманова Н.А.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОЯСА

ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, Уфа

Аннотация. Выделены общие факторы, влияющие на структуру географических поясов. Проведено сравнение классификации географических поясов.

Ключевые слова: Пояс, климат, осадки, температура

Abstract. Identify common factors influencing the structure of geographical zones. A comparison of the classification of the geographical zones.

Key words: Zone, climate, rainfall, temperature

Первую гипотезу о существовании климатических поясов выдвинул древнегреческий ученый Аристотель. Основываясь на отдаление пояса от экватора он разделил пояса на три части. Поделил он их так: выделил регион с обеих сторон от экватора по 23,5° северной и южной широты, назвал этот климатический пояс «Жаркой зоной». После «Жаркого» климатического пояса до северного полярного круга он считал этот пояс благоприятным для жизни, и назвал этот пояс «Умеренный». По той причине, по который Аристотель считал умеренный климатический пояс пригодной для жизни, являлся тот факт, что он сам жил в этом поясе. А начиная с северного полярного круга до полюса Аристотель считал неприемлемым для жизни пояс, ибо в этой зоне была вечная мерзлота, тем самым он и назвал этот пояс «Полярный» [4].

Особенностью умеренного климатического пояса является наличие четырех сезонов, двух основных – это тёплого то есть лето и холодного(зимы), и двух промежуточных осень и весна. Температура воздуха в среднем самого теплого сезона достигает выше 20°С, самого холодного опускается ниже 0°С. Почва в этом поясе промерзает до 1,5-1,8 м глубины, и годовой уровень осадков составляет до 500-800 мм в год [2].

В «Жарком» климатическом поясе так же как и в умеренном различают 4 сезона: зима, весна, лето, осень. В среднем температура составляет от +10°С до +30°С летом, а зимой от +2°С до -5°С. Годовой уровень осадков составляет всего 100 до 500 мм. Почва в этой климатическом поясе либо не промерзает, либо промерзает на небольшую глубину. Важная особенность климата в этом поясе - это резкая контрастность весны и лета. Весна теплая, с достаточной влажностью, а лето сухое и продолжительное.[4]

Особенностью «Полярного» климатического пояса является его температура, температура в данной зоне достигает до -70°С. Здесь

продолжительная холодная зима, и короткое и прохладное лето(температура воздуха редко поднимается выше 0°С).[1]

Аристотель считал, что умеренный пояс является благоприятным для жизни. В качестве подтверждения теории Аристотеля, возьму за основу территорию Республики Башкортостана.

Климат Республики Башкортостан - континентальный, с теплым летом, погода меняется часто из-за положения края между циклонами, идущими из умеренных широт, с Атлантики, вторжений арктического воздуха и зимних антициклонов из Сибири. Зима снежная, холодная, продолжительная. Температура воздуха зимой составляет в среднем -18°С, абсолютный минимум температуры составляет -40°С. В 1977 году была зафиксирована максимально низкая температура воздуха, которая составила -55°С, это был абсолютный показатель низкой температуры в Республике Башкортостан. Летом средняя температура воздуха составляет +20°С, абсолютный максимум +39°С. Среднегодовое количество осадков составляет 300-700 мм. Из годовой суммы осадков 60–70% выпадает с апреля по октябрь, в теплое время года. Максимальное суточное количество осадков выпадает летом – 77-85 мм [3].

Территория Башкортостана расположена в глубине материка и воздушные массы, формирующиеся над Атлантикой, поступают сюда измененными. Республика с севера широко открыта влиянию Ледовитого океана, с юга - влиянию засушливых регионов Казахстана и Прикаспийской низменности. Уральские горы не препятствуют проникновению зимой холодных воздушных масс Сибири. Все это предопределяет континентальность климата Республики Башкортостан [2].

На западных склонах Уральских гор годовая сумма осадков достигает 640-700 мм, на восточных склонах не превышает 300-500 мм, в западной равнинной части Башкортостана составляет 400-500 мм [3].

Список литературы

1. Пояса физико-географические // Большая советская энциклопедия: [в 30 т.]/ гл. ред. А. М. Прохоров. - 3-е изд.- М.: Советская энциклопедия, 1969 – 1978 г.

2. Умеренные пояса / Ерамов Р. А. // Ульяновск — Франкфорт. — М. : Советская энциклопедия, 1977. — (Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров ; 1969—1978, т. 27).

3. Большая книга по краеведению/ Фокин Д.Н., Синцов А.Ю. - М.: - Эксмо, 2012 – 240 с.

4. Теория климата/Ю. П. Переведенцев//В. В. Елистратова – М.: КМК, 2009 г., 503 с.

УДК: 631.45

Высоцкая Е.А. Прохорова А.В.

СНИЖЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЕННОГО КОМПОНЕНТА АГРОЦЕНОЗА И ПОВЫШЕНИЕ ЕГО БИОЛОГИЧЕСКОГО РЕСУРСА ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. В статье авторами рассматриваются различные способы повышения биологического ресурса почв за счет применения деконтаминационных приемов, использования средств химической и биологической мелиорации.

Ключевые слова: агроценоз, биологический ресурс, почва, сельскохозяйственные культуры, тяжелые металлы.

Abstract. The author discusses various ways to improve the soil biological resource through the use of decontamination methods, use of chemical and biological reclamation.

Keywords: agrocenosis, biological resources, soil, agri-tural culture, heavy metals.

Интенсивное промышленное и сельскохозяйственное использование природных ресурсов вызвало существенные изменения миграционных циклов большинства химических элементов, в том числе и тяжёлых металлов. Это привело к загрязнению почвенного покрова в промышленно развитых регионах нашей страны. Прежде всего, отмечается снижение плодородия почв, основного средства производства в агропромышленном комплексе и главного компонента агроэкосистемы. [1-3,7]

Наибольшее антропогенное воздействие на земельные ресурсы связано с функционированием промышленных предприятий, интенсификацией агропромышленного комплекса, автотранспорта и в результате наблюдается накопление и трансформация химических веществ, способствующих снижению продуктивности агроценозов. Определение содержания загрязнителей в почве и оценка её состояния по данным предельно-допустимых концентраций (ПДК), возникает необходимость изучения биотического комплекса почвенного покрова, выполняющего большую роль в повышении плодородия почв и играющего роль индикатора их экологического состояния. [2, 7]

В современной науке и практике существует ряд методов оптимизации продуктивности различных биологических ресурсов агроценозов, в условиях загрязнения тяжелыми металлами, в частности, его почвенный и флоро - фаунистический компоненты.

Так, в условиях аграрного производства, поступление токсичных тяжелых металлов в сельскохозяйственные культуры можно уменьшить известкованием, обогащением почвы органическими веществом,

химическим осаждением, использованием антагонизма ионов химических аналогов и другими методами.

Токсическое действие тяжелых металлов на микроорганизмы зависит от условий почвенной среды: pH, влажности, температуры, содержания органических веществ и адсорбентов. Так, усиление токсичности металлов на кислых почвах обусловлено увеличением их биологической доступности, а также конкуренцией протонов водорода за места сорбции на клеточной стенке. Присутствие ионов кальция в почвенном растворе усиливает сорбцию ионов тяжелых металлов клеточной стенкой и уменьшает поступление их в протоплазму [1].

Одним из практических приемов оптимизации продуктивности почвенного компонента агроценоза, особенно в условиях кислых почв является известкование (химическая мелиорация). Защитное действие извести на почвах, обладающих ярко выраженной фитотоксичностью, обусловленной естественным содержанием тяжелых металлов и их подвижностью, проявляется в результате комплекса позитивных изменений в почвенной системе на разных уровнях: химическом, физическом, биологическом. Во-первых, известкование изменяет состав поглощенных катионов в твердой фазе почвы. Водород в значительной степени замещается кальцием, при этом происходит нейтрализация среды. Во-вторых, нейтральная или близкая к ней реакция в почвенной среде активизирует деятельность бактериальной микрофлоры; усиливает процесс биологического поглощения металлов, и если они интенсивнее процесса минерализации органического вещества в почве, наблюдается снижение подвижности металлов. В-третьих, известкование обогащает почву кальцием, который способствует коагуляции почвенных коллоидов.

Другим приемом оптимизации и повышения почвенного плодородия является внесение в почву агроценоза органического вещества. При этом происходит снижение фитотоксичности многовалентных тяжелых металлов, препятствует их поступлению в растения.

Необходимо учитывать, что органические удобрения, в зависимости от происхождения и технологии их подготовки к внесению в почву, имеют разное удобрительное и почвоулучшающее свойство.

Существенного снижения фитотоксичности большинства тяжелых металлов можно добиться, способствуя образованию в почве трудно растворимых солей. Так, обогащение почв растворенными соединениями ортофосфорной кислоты с одной стороны, повышает содержание фосфора в почве, улучшая тем самым ее плодородие, с другой способствует образованию нерастворимых соединений тяжелых металлов. Следует отметить, что данный прием наиболее эффективен при сильном загрязнении почв, так как для образования нерастворенного осадка нужна определенная концентрация, обеспечивающая образование насыщенного

раствора соли того металла, осаждение которого нам необходимо добиться.

Одним из перспективных, на наш взгляд, практических приемов оптимизации биологического ресурса почвенного компонента агроценоза можно рассматривать микробиологическое снижение токсичности тяжелых металлов.

Данный прием основан на способности различных микроорганизмов очищать окружающую среду не только от органических загрязнений, но и от неорганических. Особенно велика их роль в извлечении и детоксикации тяжелых металлов. Способность к аккумуляции металлов является характерной биохимической особенностью почвенных бактерий. Способность бактерий аккумулировать металлы, использована при разработке технологий микробиологического извлечения металлов из бедных и отработанных руд и микробиологической очистки сточных вод.

Некоторые из микроорганизмов способны аккумулировать значительные количества тяжелых металлов, составляющие от долей процента до нескольких процентов от собственной сухой массы. Выявлено, что выделенные из загрязненной промышленными отходами почвы микроорганизмы накапливали от 4 до 36% свинца из сухой массы клеток. При медном загрязнении выделенные штаммы бактерий содержали 0,2% меди от сухой массы клеток. [8]

Использование микроорганизмов для очистки природной среды от избытка токсических ионов металлов является эффективным биотехнологическим приемом. Для осуществления этого процесса приемлемы различные пути. Один из них - активизация спонтанной почвенной микрофлоры путем создания оптимальных физико-химических условий для дезактивации тяжелых металлов. Другой путь предусматривает внесение в почву штаммов микроорганизмов, способных активно сорбировать загрязненными соединениями.[6,8]

Прием оптимизации на основе детоксикации может происходить путем связывания токсичных металлов белками, жироподобными соединениями и различными полисахаридами, некоторые бактерии способны выводить катионы и анионы из клетки, препятствуя тем самым их накоплению и проявлению токсичности, или, наоборот, аккумулируют их после превращения в нетоксичные соединения. Детоксикация, в том числе сорбция, может активно проявляться у одних штаммов и быть незначительной у других. [1,5,8]

Уменьшение токсичности ионов металлов может происходить и в результате микробиологических окислительно-восстановительных реакций, ведущих к снижению растворимости металлов, переводя в менее токсичные формы и выпадению их в осадок.

Таким образом, микроорганизмы способны превращать неорганические соединения металлов в органические вещества, которые проявляют высокую токсичность. В частности, они осуществляют процесс, как образования, так и разрушения органических соединений.

Практическое использование микроорганизмов для снижения поступления тяжелых металлов в растения изучено слабо. В этом отношении известна роль микоризы в снижении поступления тяжелых металлов в растения, хотя микоризообразующие грибы способны усиливать поглощение не только фосфора, но и других питательных веществ, включая микроэлементы. [3,4]

Положительные результаты от внесения микроорганизмов в целях оптимизации флористического компонента агроценоза получены также в опытах с цинком на вико-овсяной смеси и льна. Лучший эффект проявился при внесении псевдомонад, бацилл и клебсиелл. Нередко отмечается снижение токсичного действия тяжелых металлов за счет перевода их в труднодопустимое для растений состояние и получение экологически чистой продукции на загрязненных почвах. Для усиления эффекта детоксикации тяжелых металлов важно создать условия для положительного функционирования внесенных бактериальных штаммов [1].

На наш взгляд перспективным является исследование биологических процессов в агрокультурах. Так, например, известны растения - гипераккумулянты тяжелых металлов, которые адсорбируют максимальное количество токсикантов из почвы. Однако такое влияние токсического компонента почв на реализацию биоресурсного потенциала сельскохозяйственных культур изучено не достаточно. Так, разные сорта и гибриды имеют разные сроки созревания, требования к агрохимическому составу почв, что в совокупности может сказаться как положительно, так и отрицательно на урожай, его качество, а также деконтаминационную активность и другие показатели, что дает возможность для широкого изучения этих процессов.

Список литературы

1. Высоцкая Е.А. Научно-методические основы оптимизации продуктивности агроценоза в условиях почвенного загрязнения/ Е.А. Высоцкая // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013. № 1. С. 31-34.

2. Высоцкая Е.А. Агротехнические и мелиоративные приемы повышения биологической продуктивности почв Воронежской области / Е.А. Высоцкая // Приволжский научный вестник. 2013. № 2 (18). С. 51-53.

3. Высоцкая Е.А. Влияние абиотических факторов на динамику

накопления тяжелых металлов в компонентах агроценоза, изменение состояния продуктивности его биоресурсного потенциала и воспроизводство / Е.А. Высоцкая // Перспективы науки. 2013. № 2 (41). С. 060-063.

4. Гармаш Г. А. Влияние тяжелых металлов, вносимых в почву с осадком сточных вод, на урожайность пшеницы и качество продукции. / Г.А. Гармаш. // Агрохимия. - 1987. -№ 7. - С. 62 - 65.

5. Гармаш Г. А. Содержание свинца и кадмия в растениях, частях картофеля и овощей, выращенными на загрязненных этими металлами почве / Г.А. Гармаш. // Химические элементы в системе почва-растение Новосибирск, 1982.-С. 105-110.

6. Иутдинская Г. А., Антипчук А. Ф., Андреюк Е. И. Экологическая пластичность свободнодвижущих диазотропов в почвах, загрязненных тяжелыми металлами / Г.А. Иутдинская. // Микробиологический журнал. -1997. Т. 59, №4.-С. 83-90.

7. Лурье Н. Ю. Влияние техногенных выбросов металлургических предприятий на структуру микробных ценозов южных черноземов / Н.Ю. Лурье // Химия в сельском хозяйстве. - 1985. - № 6. - С. 15 - 23.

8. Чугунова М.В. Влияние тяжелых металлов на почвенные микробиоценозы и их функционирование / автореф. дис. канд. биол.н. Лен. НИИ с.х. микробиологии, 1990. - 17 с.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ XXI ВЕКА

Материалы международной научно-практической конференции

ЧАСТЬ II

Издается в авторской редакции.

Подписано в печать 28.09.2016 г. Формат 60x84 1/16
Бумага кн.-журн. П.л. 22,12. Гарнитура Таймс.
Заказ №15182А

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»

Типография ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.
394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1

355