

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

научный журнал



12
2015
Часть II

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 12 (92) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметова Галия Дуфаровна, *доктор филологических наук*

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, *доктор педагогических наук*

Иванова Юлия Валентиновна, *доктор философских наук*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук*

Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук*

Лактионов Константин Станиславович, *доктор биологических наук*

Сараева Надежда Михайловна, *доктор психологических наук*

Авдеюк Оксана Алексеевна, *кандидат технических наук*

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, *кандидат географических наук*

Алиева Тарана Ибрагим кызы, *кандидат химических наук*

Ахметова Валерия Валерьевна, *кандидат медицинских наук*

Брезгин Вячеслав Сергеевич, *кандидат экономических наук*

Данилов Олег Евгеньевич, *кандидат педагогических наук*

Дёмин Александр Викторович, *кандидат биологических наук*

Дядюн Кристина Владимировна, *кандидат юридических наук*

Желнова Кристина Владимировна, *кандидат экономических наук*

Жуйкова Тамара Павловна, *кандидат педагогических наук*

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, *кандидат педагогических наук*

Игнатова Мария Александровна, *кандидат искусствоведения*

Коварда Владимир Васильевич, *кандидат физико-математических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Котляров Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*

Кузьмина Виолетта Михайловна, *кандидат исторических наук, кандидат психологических наук*

Кучерявенко Светлана Алексеевна, *кандидат экономических наук*

Лескова Екатерина Викторовна, *кандидат физико-математических наук*

Макеева Ирина Александровна, *кандидат педагогических наук*

Матроскина Татьяна Викторовна, *кандидат экономических наук*

Матусевич Марина Степановна, *кандидат педагогических наук*

Мусаева Ума Алиевна, *кандидат технических наук*

Насимов Мурат Орленбаевич, *кандидат политических наук*

Прончев Геннадий Борисович, *кандидат физико-математических наук*

Семахин Андрей Михайлович, *кандидат технических наук*

Сенцов Аркадий Эдуардович, *кандидат политических наук*

Сенюшкин Николай Сергеевич, *кандидат технических наук*

Титова Елена Ивановна, *кандидат педагогических наук*

Ткаченко Ирина Георгиевна, *кандидат филологических наук*

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, *кандидат химических наук*

Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*

Ячинова Светлана Николаевна, *кандидат педагогических наук*

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231. E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 26

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе elibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Ответственные редакторы:

Кайнова Галина Анатольевна

Осянина Екатерина Игоревна

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)

Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)

Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)

Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)

Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)

Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)

Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)

Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)

Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)

Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)

Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)

Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)

Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)

Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)

Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)

Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)

Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)

Узаков Гулом Норбоевич, кандидат технических наук, доцент (Узбекистан)

Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)

Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)

Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич

На обложке изображен Игорь Иванович Сикорский (1889—1972) — русский и американский авиаконструктор, учёный, изобретатель, философ.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Аксенова К. Н., Кагадий В. В., Прищепа Т. С.,
Патиева А. М., Мануйлова Т. П.**

Результаты исследования физико-химических показателей мяса индеек породы «белая широкогрудая» 111

**Андреев С. Ю., Сафронов М. А., Исаева А. М.,
Алексеева Т. В., Петрунин А. А.**

Повышение эффективности флотационной очистки сточных вод за счет использования роторно-кавитационного устройства 115

Анфилатов А. А.

Влияние метанола на максимальное давление сгорания в цилиндре дизеля 117

Анфилатов А. А.

Влияние метанола на максимальную осредненную температуру цикла в цилиндре дизеля 120

Анфилатов А. А.

Влияние применения метанола на содержание оксидов азота в дизеле при изменении установочных УОВТ 123

Анфилатов А. А.

Изменение объемного содержания оксидов азота в дизеле при работе на метаноле 125

Анфилатов А. А.

Индицирование тепловыделения в цилиндре дизеля при работе на метаноле 128

Анфилатов А. А.

Методика исследований дизеля 2Ч 10,5/12,0 по снижению содержания оксидов азота при работе на метаноле 131

Анфилатов А. А.

Обработка полученных результатов исследований дизеля при работе на метаноле 134

Анфилатов А. А.

Объемное содержание оксидов азота в дизеле при работе на дизельном топливе и метаноле 136

Анфилатов А. А.

Расчет выбросов вредных газообразных веществ с отработавшими газами дизеля при работе на метаноле 139

Анфилатов А. А.

Содержание оксидов азота в дизеле при работе на метаноле в зависимости от изменения установочных УОВТ 141

Базухаир М. А.

Электронная система управления очередью в бортовой туалет межконтинентального пассажирского самолета 144

Бирюков А. Ф.

Перспективы энергетического использования торфяных ресурсов Еврейской автономной области 148

Бурулько Л. К., Воронина Н. А.

Программное обеспечение и самостоятельная работа студента 150

Бычковский В. С., Карпов А. В.,

Филиппенко Н. Г.

Технология ремонта корпуса автосцепки СА-3 грузового вагона 152

Вершинин А. С.

Сравнительный анализ гидроакустических модемов 156

Вылегжанина Т. А., Кононов С. А.

Эффективное предоставление услуг автомобильного сервиса «Ассистанс» 161

Горбенкова Е. В., Папсуева А. В.

Методика расчета затрат на устройство инженерных систем жилых зданий агрогородков 163

Гуламова М. Б., Рахимов Б. Р., Хужжиев М. Я. Гомофазная сополимеризация p-фталимидометилметакрилата с бутилметакрилатом 167	Коновалова А. Ю., Шашков И. В. Современное состояние в области пресового оборудования для переработки полимеров ... 206
Гуламова М. Б., Рахимов Б. Р., Хужжиев М. Я. Гетерофазная сополимеризация p-фталимидометилметакрилата с бутилакрилатом и с бутилметакрилатом 169	Коровченко И. В., Коровкин М. О., Калашников В. И., Ерошкина Н. А. Повышение прочностных показателей тонкозернистого самоуплотняющегося бетона за счет применения добавок пеногасителей 208
Дмитриенко н. А., Добрянский М. В. Счетчики удаленного доступа 172	Крайнов А. В., Пашков Е. Н., Лушников Р. Э. Численное исследование сопряжённого телопереноса при движении вязкой жидкости в открытой полости с учётом её охлаждения через внешнюю границу боковой поверхности 211
Дмитриенко н. А., Добрянский М. В. Технология трассопоиска и электронной маркировки подземных инженерных коммуникаций 174	Кувшинова О. С., Боган В. И., Шкаева Н. А., Максимюк Н. Н. Оценка стабильности микробиологических показателей параметров воздушной среды производственных помещений..... 214
Ерёмина М. А., Дмитриенко Н. А. The story of the emergence of electrical substations 175	Кудряшов Д. С., Степанов И. М. Применение различных методов фильтрации изображения 217
Ерошкина Н. А., кандидат т. н., Тымчук Е. И. Влияние параметров состава на свойства геополимерного вяжущего на основе кислой золы-уноса..... 178	Кучкарова Д. Ф., Хаитов Б. У. О проблемах геометрического моделирования рельефа поля для задач мелиорации 219
Звягинцев Б. И. Обеспечение неприкосновенности частной жизни в беспроводных медицинских нательных вычислительных сетях 183	Кучкарова Д. Ф., Хаитов Б. У. Анализ современного состояния проектирования поля с позиции требований мелиорации 220
Кагадий В. В., Аксенова К. Н., Прищепа Т. С., Патиева А. М., Мануйлова Т. П. Результаты исследования физико-химических показателей мяса нутрий 186	Кучкарова Д. Ф., Хаитов Б. У. Современные системы ведения сельского хозяйства..... 222
Камбург В. Г., Бодажков Н. Ю., Агафонкина Н. В. Управление качеством строительных технологий на основе обобщенного критерия качества ... 189	Лиханов В. А., Россохин А. В. Исследование процессов сажеобразования и сажесодержания в цилиндре быстроходного дизеля с турбонаддувом Д-245.12С при работе на компримированном природном газе 223
Камбург В. Г., Бодажков Н. Ю. Исследование точности и устойчивости критериальных стоимостных оценок строительных материалов к погрешностям во входных данных методами имитационного моделирования 192	Лиханов В. А., Россохин А. В. Оценка влияния режимов работы дизеля Д-245.12с на дымность отработавших газов при работе на нефтяном и альтернативных топливах 226
Киселев А. И. Метод определения площади дефектных участков поверхности при тепловизионном контроле .. 196	Лопатин О. П. Разработка программы по применению оборудования для испытаний газодизелей 229
Князев Ю. В., Буданцев В. В., Фролов В. А., Меркулов С. А. Использование полимерных материалов для модификации дорожного вяжущего..... 198	Лопатин О. П. Влияние применения рециркуляции на эффективные показатели дизеля 232
Комраков Д. В. Потенциальные характеристики точности синтезированных алгоритмов обработки информации в вертикальном канале навигационных комплексах наземных подвижных объектов..... 200	Лопатин О. П. Исследование экологических показателей дизеля в зависимости от степени рециркуляции 235

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Результаты исследования физико-химических показателей мяса индеек породы «белая широкогрудая»

Аксенова Кристина Николаевна, студент;

Кагадий Виктория Васильевна, студент;

Прищепа Татьяна Сергеевна, студент;

Патиева Александра Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Мануйлова Татьяна Петровна, студент

Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

Выращивание индейки — одна из перспективных отраслей отечественного животноводства. Сегодня крупнейшими странами, занимающимися выращиванием индеек, признаны США, Франция, Италия, Россия, Германия, Польша, Марокко и Португалия. В общемировой структуре поголовья индейки на долю США приходится 65%. По 6,8% — доли Франции и Италии. На долю Германии приходится 3,1%, России — 3,2% [1–5].

В России ежегодно потребляют более 100 тыс. тонн индюшатины, при этом потребление постоянно растет. Так, в 2013 г. потребление мяса индейки выросло на 40% в годовом выражении, при этом производство увеличилось на 56%.

Несмотря на то, что индейка не является традиционным для россиян продуктом, в рейтинге предпочтений

мясной продукции покупатели поставили ее на 3-е место после курицы и говядины. Результаты выбора среди потребителей по основным видам продукции животного происхождения представлены на рисунке 1.

Восходящий тренд в отечественном производстве поддерживается динамичным ростом потребления. Так, в 2010 г. по отношению к 2009-му потребление выросло на 20% — до 0,8 кг. При этом промышленное производство увеличилось на 46%. Однако даже при возрастающем интересе российских потребителей к мясу индейки до мировых показателей пока далеко: среднелюдиное потребление продуктов из индейки в Израиле составляет 15 кг на человека в год, США — 9, Великобритании — 7, Канаде и странах Евросоюза — около 4 кг [6–8].



* Данные опроса жителей Москвы.

Рис. 1. Предпочтения потребителей в продукции животного происхождения

Белые широкогрудые индейки (Broad-breasted White) — выведены в 1960-х годах в США скрещиванием белых голландских индеек с бронзовыми широкогрудыми; оперение белое, на груди пучок черных перьев; сносят за год 90–120 яиц, масса самцов 14–17 кг, самок 8–10 кг; требовательны к условиям содержания и кормления. Были выведены в Америке в шестидесятых годах двадцатого столетия. Данный вид был создан путем скрещивания двух пород — широкогрудой бронзовой и голландской индеек. Белая широкогрудая была очень популярна в Южной и Северной Америке, а также впоследствии перекочевала в Европу. На сегодняшний день, эта птица выращивается в Воронежской и Саратовских областях, а также в Краснодарском крае [9–11].

Мясо очень богато белком, по сравнению с мясом гусей, но при этом не такое жирное, что очень важно для людей, у которых повышен холестерин, ведь избыток животного жира в пище резко повышает риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, а значит — очень вреден. В мясе индейки также много витаминов группы В, которые нужны для нормального функционирования многих органов [12–15].

Мясо домашней птицы отличается от мяса крупного и мелкого скота большим содержанием полноценных белков (19,5% в мясе птицы и 13% в говядине). Жир птицы также имеет некоторые особенности химического состава и обладает более низкой температурой плавления (36,5°C), что, как известно, способствует более легкой усвояемости его организмом. На химический состав птичьего мяса влияют возраст и порода [16–19].

Индейководство, как отрасль птицеводства, не только является важным источником увеличения производства мяса, но и позволяет расширять ассортимент продукции из него. Индейки превосходят птицу других видов по живой массе выходу съедобных частей тушек (свыше 70%), массе мышечной ткани (до 60% и более) и наиболее ценной, с точки зрения диетического питания, грудной мышцы (до 28%). Мясо индеек выгодно отличается высокими пищевыми, вкусовыми и кулинарными качествами. Оно содержит большое количество протеина (до 28% против 14–18% у других видов птицы) и умеренное количество жира (2–5%), богаче витаминами группы В и имеет самый низкий уровень холестерина по сравнению с другими видами мяса [20–23].

При многократном комплектовании родительского стада индеек за 1 год от среднегодовой индейки-несушки можно получить до 200 яиц и более 600 кг мяса.

Белые широкогрудые индейки (Broad-breasted White) — выведены в 1960-х годах в США скрещиванием белых голландских индеек с бронзовыми широкогрудыми; оперение белое, на груди пучок черных перьев; сносят за год 90–120 яиц, масса самцов 14–17 кг, самок 8–10 кг; требовательны к условиям содержания и кормления. Были выведены в Америке в шестидесятых годах двадцатого столетия. Данный вид был создан путем скрещи-

вания двух пород — широкогрудой бронзовой и голландской индеек. Белая широкогрудая была очень популярна в Южной и Северной Америке, а также впоследствии перекочевала в Европу. На сегодняшний день, эта птица выращивается во многих регионах России, в том числе в Краснодарском крае [24].

Целью наших исследований являлось изучить качественные показатели и технологические свойства мяса индеек, обосновать использование мяса индеек в технологии мясных изделий.

Для решения поставленных целей, были определены задачи, в которые входило:

- провести убой птицы;
- определить убойный выход, выход обваленного мяса, выход других продуктов убоя;
- определить химический состав и биологическую ценность мяса индеек;
- исследовать технологические свойства мяса индеек и влагоудерживающую способность мяса, рН — мяса;
- на основании полученных результатов сделать выводы и предложения производству о направлении использования мяса индеек

Пищевая ценность мяса зависит от его химического состава — содержания белков и их биологической ценности, содержания жиров, витаминов, экстрактивных веществ, макро- и микроэлементов. Энергетическая ценность мяса колеблется в пределах 100–500 ккал/100 г в зависимости от его вида, категории и сорта [7].

Работа проводилась в лабораториях кафедры ТХПЖП, НИИ биотехнологии и сертификации пищевых продуктов КубГАУ, Северо-Кавказский НИИ животноводства.

Для проведения исследований были переработаны индейки белой широкогрудой породы, изучены их технологические свойства, проведена обвалка тушек, взяты образцы мяса для исследований. Результаты исследований физико-химических показателей представлены в таблице 1.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что мясо индейки (19,29) в сравнении с мясом цесарки (16,9) и утки (17,2) по содержанию белка превосходит [5; 8].

Результаты исследований токсичных элементов представлены в таблице 2.

Результаты исследований пестицидов представлены в таблице 3.

Безопасность испытуемых образцов подтверждает данные, представленные в таблицах 2, 3, где содержание тяжелых металлов и пестицидов ниже предельно-допустимых показателей.

Полученные результаты исследований дают основание сделать выводы мясо индейки белой широкогрудой породы обладает оптимальной биологической ценностью, у которого отношение триптофана к оксипролину от 6 до 7 и выше. В наших исследованиях белково-качественный показатель во всех образцах был в пределах нормы, что свидетельствует о высоком качестве мяса.

Анализ результатов, полученных нами в ходе исследований, свидетельствует о высоком качестве мяса индейки

Таблица 1. Физико-химические показатели мяса индеек белой широкогрудой породы

Наименование показателей	НД на методы испытаний	Результаты анализа		
		min	max	m.cр
pH мяса	ГОСТ Р 51478–99	5,62	5,65	5,63
Массовая доля влаги,%	ГОСТ 9793–61	57,0	67,0	57,2
Массовая доля белка,%	ГОСТ 25011–81, п.2	19,05	19,09	19,29
Массовая доля жира,%	ГОСТ 23042–86, п.2	19,18	21,50	20,52
Массовая доля золы,%	ГОСТ 26929–94	0,80	0,80	0,83
Триптофан мг/100 г продукта	ГОСТ 50207–92	318,4	325	321,1
Оксипролин мг/100 г продукта		46,0	50,0	48,0
Белково-качественный показатель		6,40	6,92	6,69

Таблица 2. Содержание токсичных элементов мясе индеек белой широкогрудой породы

Наименование показателей	НД на методы испытаний	Допустимый уровень	Результаты анализа
			m.cр
Свинец, мг/кг	ГОСТ 30178–96	не более 0,5	0,048±002
Мышьяк, мг/кг	ГОСТ 26930–86	не более 0,1	<0,0025
Кадмий, мг/кг	ГОСТ 30178–96	не более 0,05	<0,01
Ртуть, мг/кг	МУ № 5178–90	не более 0,03	<0,005

Таблица 3. Показатели содержания пестицидов в трех образцах мяса индеек белой широкогрудой породы

НД на методы испытаний	Наименование показателей	Доп. уровень	Результаты анализа
			m.cр
Метод определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. Под редак. М. А. Клисенко, т. 1,1992., изд. «Колос»	гексахлорцик-логексан, мг/кг (α , β , γ -изомеры)	не более 0,1	<<0,004
	ДДТ и его метаболиты, мг/кг	не более 0,1	<0,004

белой широкогрудой породы и дает основание рекомендовать его использование в технологии мясных, мясосодержащих изделий различного ассортимента, как общего, так и специального назначения.

Литература:

1. Нестеренко, А.А. Мясо птицы как перспективное сырье для производства сыровяленых колбас / А.А. Нестеренко, К.В. Акопян // Науч. журн. КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 07 (101). с. 1180–1193. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/77.pdf>.
2. Нестеренко, А.А. Сыровяленые колбасы из мяса птицы [Текст] / А.А. Нестеренко, Д.С. Шхалахов // Молодой ученый. — 2014. — № 13. — с. 66–71.
3. Nesterenko, A. A. Perfectionnement de la technologie des saucissons fumes / A. A. Nesterenko, N. V. Kenijz // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. — 2014. — № 6 (11–12). — pp. 62–66.
4. Н.В. Тимошенко, С.В. Патиева Технология специализированных, лечебно-профилактических детских продуктов на мясной основе: Учебное пособие. — Краснодар: КубГАУ, 2010. — 340 с.
5. Качественная оценка колбасок для питания детей в процессе хранения / Н.В. Тимошенко, С.В. Патиева, А.А. Нестеренко и др. // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 07 (101). с. 1741–1754. — IDA [article ID]: 1011407113. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/113.pdf>, 0,875 у.п.л.
6. Алексеев, Ф.Ф. Индейка — перспективная мясная птица // Птица и птицепродукты. — 2005. — № 5. — с.12–15

7. Приемы оптимизации рецептурных композиций специализированных колбасных изделий для детского питания / Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева, А. М. Патиева, К. Н. Аксенова // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 06 (100). с. 988–1004. — IDA [article ID]: 1001406065. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/65.pdf>, 1,062 у.п.л.
8. Белякина, Н. Е. Мясорастительные консервы для питания в условиях неблагоприятной экологической обстановки // Н. Е. Белякина, А. В. Устинова, А. И. Сурнина, Н. С. Мотылина, Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева // Мясная индустрия. — 2009. — № 8. — с. 42–45
9. Рациональное использование биологически ценных продуктов убоя животных в мясных технологиях [Текст] / Н. В. Тимошенко [и др.] // Молодой ученый. — 2015. — № 5.1. — с. 49–53.
10. Патиева, С. В. Технология функциональных колбасных изделий для коррекции железодефицитных состояний у детей. Монография. Краснодар, 2009—172с.
11. Потрясов, Н. В. Изучение свойств готовой продукции функционального направления с использованием консорциумов микроорганизмов [Текст] / Н. В. Потрясов, Е. А. Редькина, А. М. Патиева // Молодой ученый. — 2014. — № 7. — с. 174–177.
12. Заяс, Ю. Ф. Качество мяса и мясопродуктов. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. — 480 с.
13. Аксенова, К. Н. Влияние углеводов на технологический процесс производства и качественные показатели сырокопченых колбас [Текст] / К. Н. Аксенова, Т. П. Мануйлова, А. М. Патиева // Молодой ученый. — 2014. — № 7. — с. 98–100.
14. Аксенова, К. Н. Создание и исследование свойств консорциума микроорганизмов для обработки мясного сырья [Текст] / К. Н. Аксенова, Т. П. Мануйлова, А. М. Патиева // Молодой ученый. — 2014. — № 7. — с. 100–103.
15. Мануйлова, Т. П. Особенности питания детей, страдающих или предрасположенных к анемии [Текст] / Т. П. Мануйлова, Н. В. Потрясов, А. М. Патиева // Молодой ученый. — 2014. — № 8. — с. 210–214.
16. Тимошенко, Н. В. Технология переработки и хранения продукции животноводства: Учебное пособие. — Краснодар: КубГАУ, 2010. — 576 с.
17. Тимошенко, Н. В. Оптимизация рецептур колбасных изделий в условиях реального времени с использованием программного комплекса «Оптимит» [Текст] / Н. В. Тимошенко, А. М. Патиева, Д. К. Нагарокова // Молодой ученый. — 2015. — № 5.1. — с. 46–49.
18. Тимошенко, Н. В. Использование пищевого волокна при корректировке мясосодержащей продукции для людей, имеющих избыточную массу тела [Текст] / Н. В. Тимошенко, А. М. Патиева, Е. П. Лисовицкая // Молодой ученый. — 2014. — № 18. — с. 294–297.
19. Тимошенко, Н. В. Развитие сырьевой базы мясной отрасли, прогноз на будущее [Текст] / Н. В. Тимошенко, Д. С. Шхалахов, А. А. Нестеренко // Молодой ученый. — 2015. — № 5.1. — с. 56–60.
20. Забашта, Н. Н. Производство органического мясного сырья для продуктов питания / Н. Н. Забашта, Е. Головко, С. В. Патиева. — Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. — 205 с.
21. Устинова, А. В. Рубленые полуфабрикаты для питания при повышенных физических нагрузках / А. В. Устинова, Н. Е. Белякина, И. К. Морозкина, Н. В. Тимошенко, А. М. Патиева // Мясная индустрия. — 2007. — № 4. — с. 22–28.
22. Нестеренко, А. А. Модульный цех — перспектива для фермера / А. А. Нестеренко, Н. В. Кенийз, Д. К. Нагарокова // Науч. журн. КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2015. — № 03 (107). с. 763–778. — IDA [article ID]: 1071503053. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/53.pdf>, 1 у.п.л.
23. Кенийз, Н. В. Анализ рынка полуфабрикатов в России / Н. В. Кенийз, А. А. Нестеренко, С. С. Сыроваткина // Науч. журн. КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2015. — № 01 (105). с. 566–580. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/32.pdf>.
24. Тимошенко, Н. В. Разработка технологии лечебно-профилактических колбасных изделий для детей школьного возраста / Н. В. Тимошенко, А. М. Патиева, С. В. Патиева, С. Н. Придачая // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2012. — Т. 1. № 35. — с. 377–384.

Повышение эффективности флотационной очистки сточных вод за счет использования роторно-кавитационного устройства

Андреев Сергей Юрьевич, доктор технических наук, профессор;
 Сафронов Максим Александрович, кандидат технических наук, доцент;
 Исаева Антонина Михайловна, кандидат технических наук, доцент;
 Алексеева Татьяна Викторовна, кандидат технических наук, доцент;
 Петрунин Алексей Алексеевич, аспирант
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Определены пути совершенствования флотационной очистки сточных вод. Показана возможность повышения эффективности флотационной очистки на основе использования роторно-кавитационного устройства, позволяющего получить тонкодисперсную водовоздушную смесь с высоким газонаполнением.

Ключевые слова: флотационная очистка, водовоздушная смесь, флотокомплекс, коэффициент газонаполнения, роторно-кавитационное устройство.

Для очистки производственных сточных вод широкое распространение получил флотационный метод [1]. Метод флотации заключается в образовании флотокомплексов «частица — пузырек воздуха», всплывании этих комплексов на поверхность жидкости и удалении с поверхности жидкости образовавшегося пенного слоя.

Вероятность образования флото-комплекса в процессе флотационной очистки сточных вод в большой степени зависит от соотношения радиусов извлекаемой дисперсной частицы $r_{\text{ч}}$ и пузырька воздуха $r_{\text{п}}$ и определяется величиной «коэффициента захвата» E , характеризующего эффективность процесса столкновения пузырька воздуха и дисперсной частицы. Для стоксовского режима всплывания пузырька воздуха в соответствии с рекомендациями [2, 3] величина E определяется как:

$$E = \frac{3r_{\text{ч}}^2}{2r_{\text{п}}^2} \quad (1)$$

Справедливость уравнения (1) подтверждается многочисленными эмпирическими данными, свидетельствующими о том, что эффективная флотационная очистка сточных вод промышленных предприятий возможна при среднем размере пузырьков дисперсной газовой фазы $d_{\text{п}} = 20-60$ мкм.

Во флотационных аппаратах, оснащенных гидродинамической системой получения дисперсной газовой фазы (водовоздушной смеси) и основанных на принципе механического диспергирования пузырьков воздуха (импеллерные флотаторы), образуются пузырьки воздуха диаметром 0,5–5 мм. Они используются при очистке сточных

вод методом пенного фракционирования и в технологических процессах обогащения горно-рудной промышленности.

В настоящее время широкое распространение для очистки производственных сточных вод получили напорные флотаторы, позволяющие генерировать мелкодисперсную водовоздушную смесь ($d_{\text{п}} = 20-90$ мкм) из пересыщенного раствора, приготовляемого при избыточном давлении в сатураторе.

Растворимость газа в воде зависит от его физических свойств, давления, температуры и для сравнительно небольших давлений (до 2–3 МПа) выражается законом Генри, в соответствии с которым растворенное в воде количество газа пропорционально его парциальному давлению над раствором.

$$C = k \cdot P \quad (2)$$

где C — концентрация газа в растворе, кг/м³; P — давление над раствором Па; k — коэффициент пропорциональности (коэффициент Генри), кг/(м³ · Па).

Для практических расчетов значение коэффициента Генри принимается в виде значения растворимости воздуха в воде при атмосферном давлении (см. таблицу) [1].

При понижении давления раствор воздуха в воде становится пересыщенным и избыточное количество газа выделяется из раствора в виде мелкодисперсных пузырьков.

Эффективность флотационного процесса определяется, наряду с величиной коэффициента захвата, значением величины удельной поверхности дисперсной газовой фазы $S_{\text{г}}$, м²/м³.

Таблица 1. Растворимость воздуха в воде при атмосферном давлении

Температура, °С	Растворимость воздуха в воде, мг/л	Температура, °С	Растворимость воздуха в воде, мг/л
10	29,2	40	17,0
20	23,6	50	14,7
30	19,9	60	12,7

Величина удельной поверхности дисперсной газовой фазы S_y является одной из важнейших характеристик газовой дисперсии, позволяющей судить об избыточной энергии системы.

Для дисперсной системы газовых пузырьков, имеющих строго сферическую форму диаметром $d_n < 0,8$ мм, величина S_y может быть определена по формуле

$$S_y = 6 \frac{\varphi}{d_n} \quad (3)$$

где φ — коэффициент газонаполнения флотационного объема,

$$\varphi = \frac{W_z}{W_\phi} = \frac{W_z}{W_{жз} + W_z} \quad (4)$$

здесь W_ϕ — объем флотационного бассейна; W_z и $W_{жз}$ — объем соответственно газовой и жидкой фазы во флотационном бассейне.

При повышении давления в сатураторе степень пересыщения раствора воздуха в воде возрастает, что приводит к увеличению коэффициента газонаполнения φ флотационного объема.

Процесс выделения новой фазы из пересыщенного раствора состоит из двух стадий:

- 1) возникновение зародышей пузырьков;
- 2) стадия роста образовавшихся зародышей.

Первая из этих стадий протекает с увеличением энергии Гиббса и поэтому термодинамически затруднена. Вторая стадия идет самопроизвольно со значительным убыванием энергии Гиббса.

Критический радиус возникающих из пересыщенного раствора зародышей пузырьков воздуха $r_{кр}$ принято определять по формуле Лапласа:

$$r_{кр} = \frac{2\sigma_{ж-г}}{P_1 - P_2} \quad (5)$$

где $\sigma_{ж-г}$ — коэффициент поверхностного натяжения границы раздела фаз «газ — жидкость» (Н/м); P_1 и P_2 — давление соответственно в сатураторе и флотационном объеме (Па).

Количество зародышевых пузырьков ограничено вследствие наличия энергетического барьера.

При повышении степени пересыщения газового раствора наблюдается не увеличение числа зародышевых пузырьков, а рост диаметра сформировавшихся на первой стадии пузырьков воздуха.

На рисунке приведены результаты измерения распределения пузырьков воздуха по размерам при дросселировании пересыщенного раствора при различных значениях пересыщения [2].

Из рисунка видно, что распределение пузырьков воздуха по их размерам при всех значениях близко к нормальному. Среднестатистические размеры пузырьков с возрастанием пересыщения жидкости увеличиваются,

Таким образом, при росте степени пересыщения газового раствора, с одной стороны, эффективность процесса флотации будет увеличиваться за счет повышения коэффициента газонаполнения флотационного объема φ и величины удельной поверхности дисперсной газовой фазы S_y , а с другой стороны, она будет уменьшаться за счет роста размеров образующихся пузырьков и обуславливающего снижение эффективности процесса захвата — коэффициента захвата E .

Противоположность влияния этих двух факторов приводит к тому, что эффективность процесса напорной флотации будет иметь максимум при некотором определенном значении пересыщения жидкости.

Сотрудниками кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидротехника» Пензенского государственного университета архитектуры и строительства была разработана новая технология приготовления тонкодисперсной водовоздушной смеси, сочетающая в себе преимущества метода диспергирования подаваемого во флотаци-

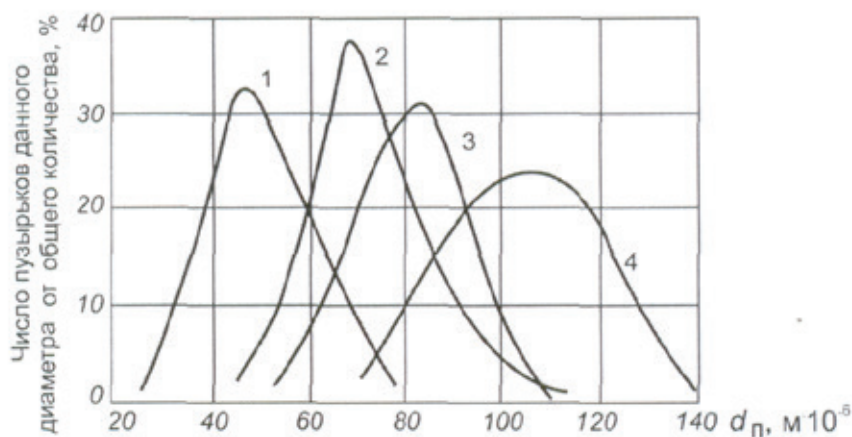


Рис. 1. Распределение по размерам пузырьков в воде в зависимости от величины пересыщения: 1 — 200%; 2 — 400%; 3 — 500%; 4 — 800%

онный объем воздуха (увеличенное значение коэффициента газонаполнения φ) и метода напорной флотации (оптимальный размер пузырьков воздуха μ , обеспечивающий повышенную эффективность процесса захвата дисперсных частиц).

В соответствии с предложенной технологией водовоздушная смесь, образуемая на выходе из эжектора, под остаточным давлением подается на вход роторно-кавитационного устройства (РКУ), которое включает в себя камеру входа, вихревую камеру, выходную камеру и кавитирующий ротор, устанавливаемый по оси устройства.

Водовоздушная смесь поступает в вихревую камеру через тангенциально присоединенный к ней патрубок, и за счет этого в ней создается вращательное движение. Угловая скорость закрутки потока (ω при переходе его в вихревую камеру увеличивается прямо пропорционально квадрату отношения диаметров входной и вихревой камер. По оси вихревой камеры создается область с пониженным давлением, в которой размещается кавитирующий ротор. Полученная в результате обработки в вихревой камере тонкодисперсная водовоздушная смесь выпускается из выходной камеры через выпускной патрубок.

В процессе поступательно-вращательного движения водовоздушной смеси в вихревой камере на пузырьки воздуха действует центробежная сила, и они перемещаются к ротору, в результате чего на его поверхности образуются искусственные каверны. Способ создания искусственных каверн за счет подачи в область разрежения около тела обтекания воздуха или иного газа независимо

друг от друга был впервые предложен в 1944 и 1945 гг. Рейхардтом и Эпштейном [4].

Искусственные и естественные каверны идентичны при одинаковых числах кавитации, определяемых по формуле

$$\sigma = \frac{P_0 - P_k}{\frac{\rho V_0^2}{2}} \quad (6)$$

где P_0 и P_k — давление соответственно в потоке и внутри каверны, Па; V_0 — скорость потока, м/с; ρ — плотность потока, кг/м³.

Эффект кавитации возникает при равенстве давления P_k и давления насыщенного пара P_v . За счет создания искусственных каверн эффект кавитации можно получить при скоростях потока в несколько метров в секунду, тогда как в естественных условиях режим кавитации наблюдается при скоростях потока порядка нескольких десятков метров в секунду.

Тонкое диспергирование водовоздушной смеси в процессе ее обработки в роторно-кавитационном устройстве происходит под действием кумулятивных микроструек, возникающих при схлопывании пузырьков, отрывающихся от суперкаверн, образующихся на роторе.

Проведенные технологические испытания показали, что технология диспергирования в роторно-кавитационном устройстве позволяет получить тонкодисперсную водовоздушную смесь с диаметром пузырьков воздуха $d_p = 50-80$ мкм и высоким коэффициентом газонаполнения $\varphi = 0,1$.

Литература:

1. Андреев, С.Ю. Теоретические основы процессов генерации динамических двухфазовых систем водовоздушных систем вода-воздух и их использование в технологиях очистки воды / С.Ю. Андреев. — Пенза: ПГУАС, 2005. — 194 с.
2. Стахов, Е.А. Очистка нефтесодержащих вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов / Е.А. Стахов. — Л.: Недра, 1983. — 264 с.
3. Покровский, В.Н. Очистка сточных вод тепловых электростанций / В.Н. Покровский, Е.П. Аракчеев. — М.: Энергия, 1980. — 256 с.
4. Пирсол, И. Кавитация / И. Пирсол. — М.: Мир, 1975. — 94 с.

Влияние метанола на максимальное давление сгорания в цилиндре дизеля

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе приводятся результаты влияния применения метанола в дизеле 24 10,5/12,0 при работе с двойной системой топливоподачи (ДСТ) в зависимости от различных установочных УОВТ при $n = 1800$ мин⁻¹ на максимальное давление сгорания в цилиндре.

Ключевые слова: дизель, метанол, двойная система топливоподачи, максимальное давление.

Если при оптимальных значениях установочных УОВТ ($\Theta_{дт} = 34^\circ$ и $\Theta_m = 34^\circ$) максимальное значение давления газов в цилиндре дизеля равно $p_z \max = 7,09$ МПа,

то при большем значении $\Theta_m = 38^\circ$ давление газов в цилиндре возрастает до $p_z \max = 7,31$ МПа. При других значениях $\Theta_m = 30^\circ, 26^\circ$ и 22° значения давления газов в ци-

линдре p_z $p_{z \max}$ снижаются, соответственно, до 6,43, 5,82 и 5,04 МПа. Кривые изменения максимального значения давления газов в цилиндре дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 26^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных 34° , 30° , 26° и 22° , максимальное давление газов p_z $p_{z \max}$ равно, соответственно, 5,81, 5,68, 5,28 и 4,98 МПа. Процесс сгорания при этом развивается очень «вяло», резко падает мощность дизеля, ухудшается экономичность. Кривые изменения максимального значения давления газов в цилиндре дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 30^\circ$ и разных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных 34° , 30° , 26° и 22° , максимальное давление газов в цилиндре p_z $p_{z \max}$ снижается, соответственно, до значений 6,55, 6,13, 5,63 и 5,09 МПа [1–7].

На рисунке 1 из графика видно, что при увеличении угла впрыскивания $\Theta_{\text{дт}}$ максимальное давление цикла p_z $p_{z \max}$ увеличивается.

Кривые изменения максимального значения давления газов в цилиндре дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 38^\circ$ и разных углах впрыскивания $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ, равных 38° , 34° , 30° , 26° и 22° , p_z $p_{z \max}$ соответственно, равно 7,51, 6,89, 6,32, 6,03 и 5,02 МПа [8–13].

Из графика видно, что зависимость увеличения p_z $p_{z \max}$ при увеличении $\Theta_{\text{дт}}$ сохраняется. Раннее впрыскивание метанола сопровождается предварительным испарением, накоплением в объеме камеры сгорания паровой фазы, снижением температуры сжатия, в результате чего воспламенение запального ДТ, да и всего заряда в целом, происходит с большей задержкой, а сгорание идёт с большей скоростью, значительно повышая «жесткость» процесса сгорания. При одновременном впрыскивании ДТ и метанола ($\Theta_{\text{дт}} = 38^\circ$, $\Theta_{\text{м}} = 38^\circ$) процесс сгорания близок к оптимальному [14–20].

На рисунке 1 также видно, что при этих значениях $\Theta_{\text{дт}}$ и $\Theta_{\text{м}}$ суммарный g_{Σ} имеет минимум. Этот минимум составляет 504 г/(кВт·ч), в то время как при углах впрыскивания $\Theta_{\text{дт}} = 34^\circ$, $\Theta_{\text{м}} = 34^\circ$ g_{Σ} составляет 502 г/(кВт·ч). Причина заключается в том, что увеличение установочного УОВТ ДТ и метанола способствует росту p_z $p_{z \max}$, которое и оказывает влияние на показатели экономичности. Но при увеличении цикловой подачи метанола на больших нагрузках появляются стуки, свидетельствующие о высокой скорости нарастания давления. По указанным выше причинам возникновения стуков и сильного шума на больших нагрузках режим работы дизеля при данных установочных УОВТ ($\Theta_{\text{дт}} = 38^\circ$, $\Theta_{\text{м}} = 38^\circ$) рекомендован быть не может.

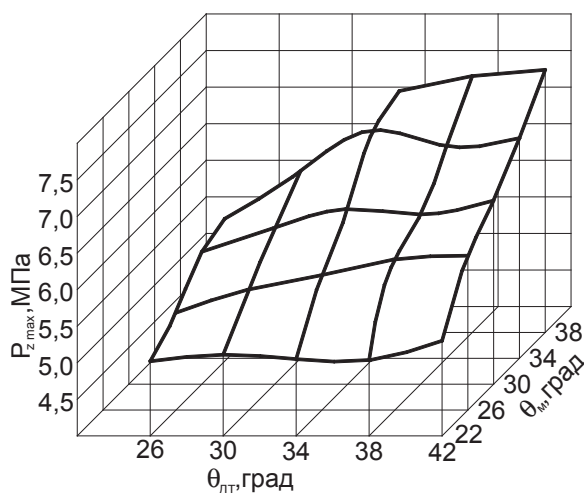


Рис. 1. Влияние применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от различных установочных УОВТ при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ на максимальное давление сгорания в цилиндре ($p_e = 0,585 \text{ МПа}$, $q_{\text{дт}} = 6,6 \text{ мг/цикл}$)

Кривые изменения максимального значения давления газов в цилиндре дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 42^\circ$ и разных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных 38° , 34° , 30° , 36° и 22° , p_z $p_{z \max}$ равно, соответственно, 7,59,

6,98, 6,48, 6,10 и 5,26 МПа. На графике снова видна тенденция увеличения p_z $p_{z \max}$ при увеличении $\Theta_{\text{м}}$. С увеличением $\Theta_{\text{впр}}$ возрастает время нахождения топлива в КС до достижения критической температуры, при которой происходит воспламенение [21–28].

Литература:

1. Скрыбин, М.Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.

2. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
3. Скрябин, М.Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 101–104.
4. Лопатин, С.О., Скрябин М.Л. Влияние применения метано-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 96–98.
5. Лиханов, В.А., Гребнев А.В., Бузмаков Ю.Г., Скрябин М.Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.
6. Лиханов, В.А., Гребнев А.В., Бузмаков Ю.Г., Скрябин М.Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
7. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Киров, 2009. — 202 с.
8. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
9. Скрябин, М.Л. Разработка программы стендовых исследований газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 53–55.
10. Скрябин, М.Л. Особенности горения капли дизельного топлива в турбулентном потоке метано-воздушной смеси в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 56–59.
11. Скрябин, М.Л. Исследование мощностных и экономических показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 59–62.
12. Скрябин, М.Л. Влияние угла опережения впрыскивания топлива на экологические показатели газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 62–65.
13. Скрябин, М.Л. Снижение дымности отработавших газов дизеля 2Ч 10,5/12 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 430–433.
14. Скрябин, М.Л. Расчет содержания оксидов азота в цилиндре дизеля 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от изменения угла поворота коленчатого вала // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 433–436.
15. Скрябин, М.Л. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на токсичность отработавших газов дизеля 4ЧН 11,0/12,5 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 436–439.
16. Лиханов, В.А., Лопатин О.П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метано- и этано-топливных эмульсий // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. с. 3–6.
17. Лиханов, В.А., Лопатин О.П. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 4 (40). с. 21–25.
18. Лиханов, В.А., Лопатин О.П. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. с. 7–9.
19. Лиханов, В.А., Лопатин О.П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этано-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. с. 6–7.
20. Лиханов, В.А., Лопатин О.П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этано-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). с. 70–73.
21. Лиханов, В.А., Лопатин О.П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. с. 6–7.
22. Лиханов, В.А., Лопатин О.П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. с. 11–13.

23. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Шишканов Е. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем их рециркуляции // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 9. с. 8–9.
24. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Олейник М. А., Дубинецкий В. Н. Особенности химизма и феноменологии образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2006. № 11. С 13–16.
25. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение эксплуатационных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Известия Международной академии аграрного образования. 2013. Т. 4. № 16. с. 170–173.
26. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.
27. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследования эффективных и экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 5. с. 22–25.
28. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование эффективных показателей дизеля при работе на природном газе, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 4–1 (35). с. 79–81.

Влияние метанола на максимальную осредненную температуру цикла в цилиндре дизеля

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе приводятся результаты влияния применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с двойной системой топливоподачи (ДСТ) в зависимости от различных установочных УОВТ при $n = 1800$ мин⁻¹ на максимальную осредненную температуру цикла в цилиндре.

Ключевые слова: дизель, метанол, двойная система топливоподачи, осредненная температура.

Если при оптимальных значениях установочных УОВТ ($\Theta_{\text{дт}} = 34^\circ$ и $\Theta_{\text{м}} = 34^\circ$) максимальная осредненная температура цикла в цилиндре дизеля равна $T_{\text{max}} = 1960$ К, то при большем значении $\Theta_{\text{м}} = 38^\circ$ максимальная температура цикла в цилиндре возрастает до $T_{\text{max}} = 2050$ К. На рисунке 1 представлены графики влияния применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ при различных установочных УОВТ на максимальную осредненную температуру цикла в цилиндре при номинальной частоте вращения двигателя ($n = 1800$ мин⁻¹), снятые при $\Theta_{\text{дт}} (26...42^\circ)$ и $\Theta_{\text{м}} (22...38^\circ)$. При других же значениях $\Theta_{\text{м}} = 30^\circ, 26^\circ$ и 22° максимальная осредненная температура цикла в цилиндре дизеля T_{max} изменяется, соответственно, до 1910, 1932 и 1930 К [1–8].

Кривые изменения максимальной осредненной температуры цикла в цилиндре дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 26^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных $34^\circ, 30^\circ, 26^\circ$ и 22° , максимальная осредненная температура цикла T_{max} равна, соответственно, 2050, 2000, 1985 и 1980 К [9–15].

Кривые изменения максимальной осредненной температуры цикла в цилиндре дизеля, полученные при устано-

вочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 30^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$ показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных $34^\circ, 30^\circ, 26^\circ$ и 22° , максимальная осредненная температура цикла T_{max} равна, соответственно, 2050, 1980, 1950 и 1960 К [16–24].

Из графика видно, что при увеличении угла УОВТ $\Theta_{\text{м}}$ максимальная осредненная температура цикла T_{max} увеличивается.

Кривые изменения максимальной осредненной температуры цикла в цилиндре дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 38^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных $38^\circ, 34^\circ, 30^\circ, 26^\circ$ и 22° , максимальная осредненная температура цикла T_{max} равна, соответственно, 2070, 2000, 1930, 1860 и 1850 К.

Из графика видно, что тенденция увеличения максимальной осредненной температуры цикла T_{max} при увеличении угла УОВТ $\Theta_{\text{м}}$ по-прежнему сохраняется.

Кривые изменения максимальной осредненной температуры цикла в цилиндре дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 42^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных $38^\circ, 34^\circ, 30^\circ, 26^\circ$ и 22° , максимальная осред-

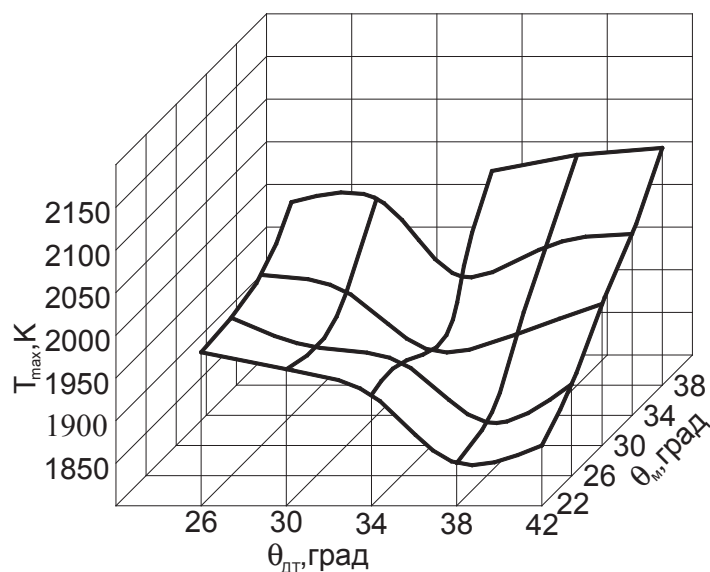


Рис. 1. Влияние применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от различных установочных УОВТ при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ на максимальную осредненную температуру цикла в цилиндре ($p_e = 0,585 \text{ МПа}$, $q_{\text{цдт}} = 6,6 \text{ мг/цикл}$)

ненная температура цикла T_{max} равна, соответственно, 2080, 2010, 1970, 1910 и 1870 К. Из графика видно, что тенденция увеличения максимальной осредненной темпе-

ратуры цикла T_{max} при увеличении угла УОВТ Θ_m по-прежнему сохраняется и носит все более возрастающую зависимость [25–32].

Литература:

1. Скрябин, М.Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
2. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
3. Скрябин, М.Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 101–104.
4. Лопатин, С.О., Скрябин М.Л. Влияние применения метанола-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 96–98.
5. Лиханов, В.А., Гребнев А.В., Бузмаков Ю.Г., Скрябин М.Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.
6. Лиханов, В.А., Гребнев А.В., Бузмаков Ю.Г., Скрябин М.Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
7. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Киров, 2009. — 202 с.
8. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
9. Скрябин, М.Л. Разработка программы стендовых исследований газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 53–55.

10. Скрябин, М.Л. Особенности горения капли дизельного топлива в турбулентном потоке метано-воздушной смеси в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 56–59.
11. Скрябин, М.Л. Исследование мощностных и экономических показателей газодизеля с промежуточным охлаждением надвучного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 59–62.
12. Скрябин, М.Л. Влияние угла опережения впрыскивания топлива на экологические показатели газодизеля с промежуточным охлаждением надвучного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 62–65.
13. Скрябин, М.Л. Снижение дымности отработавших газов дизеля 2Ч 10,5/12 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 430–433.
14. Скрябин, М.Л. Расчет содержания оксидов азота в цилиндре дизеля 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от изменения угла поворота коленчатого вала // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 433–436.
15. Скрябин, М.Л. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на токсичность отработавших газов дизеля 4ЧН 11,0/12,5 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 436–439.
16. Скрябин, М.Л. Влияние применения метанола с двойной системой топливоподачи в дизеле 2Ч 10,5/12,0 на показатели процесса сгорания и показатели сажесодержания // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 442–445.
17. Скрябин, М.Л. Влияние применения метанола на дымность отработавших газов дизеля 2Ч 10,5/12 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 445–448.
18. Скрябин, М.Л. Влияние применения метанола с двойной системой топливоподачи в дизеле 2Ч 10,5/12,0 на показатели процесса сгорания и показатели сажесодержания // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 442–445.
19. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсий // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. с. 3–6.
20. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 4 (40). с. 21–25.
21. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. с. 7–9.
22. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. с. 6–7.
23. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). с. 70–73.
24. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением надвучного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. с. 6–7.
25. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. с. 11–13.
26. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Шишканов Е. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем их рециркуляции // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 9. с. 8–9.
27. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Олейник М. А., Дубинецкий В. Н. Особенности химизма и феноменологии образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2006. № 11. С 13–16.
28. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение эксплуатационных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Известия Международной академии аграрного образования. 2013. Т. 4. № 16. с. 170–173.
29. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.
30. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследования эффективных и экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 5. с. 22–25.
31. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование эффективных показателей дизеля при работе на природном газе, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 4–1 (35). с. 79–81.
32. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Изменение образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 4. с. 3–5.

Влияние применения метанола на содержание оксидов азота в дизеле при изменении установочных УОВТ

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе приводятся результаты влияния применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с двойной системой топливоподачи (ДСТ) в зависимости от различных установочных УОВТ на содержание оксидов азота в отработавших газах (ОГ) при $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$.

Ключевые слова: дизель, метанол, двойная система топливоподачи, оксиды азота.

Графики влияния применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ при различных установочных УОВТ на содержание оксидов азота в ОГ при частоте вращения двигателя ($n = 1400 \text{ мин}^{-1}$), снятые при $\Theta_{\text{дт}}$ (26...42°) и $\Theta_{\text{м}}$ (22...38°) представлены на рисунке 1 [1–9].

Если при оптимальных значениях установочных УОВТ ($\Theta_{\text{дт}} = 34^\circ$ и $\Theta_{\text{м}} = 34^\circ$) содержание оксидов азота в ОГ дизеля составляет 360 ppm, то при большем значении $\Theta_{\text{м}} = 38^\circ$ содержание оксидов азота в ОГ возрастает и составляет 410 ppm. При других значениях $\Theta_{\text{м}} = 30^\circ, 26^\circ$ и 22° содержание оксидов азота в ОГ составляет, соответственно, 367 ppm, 368 ppm, и 240 ppm. Кривые изменения значений содержания оксидов азота в ОГ дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 26^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных $34^\circ, 30^\circ, 26^\circ$ и 22° , содержание оксидов азота в ОГ равно, соответственно, 385 ppm, 370 ppm, 320 ppm и 245 ppm [10–18].

Значения содержания оксидов азота в ОГ дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 30^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при

установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных $34^\circ, 30^\circ, 26^\circ$ и 22° , содержание оксидов азота в ОГ равно, соответственно, 375 ppm, 360 ppm, 310 ppm и 250 ppm. Из графика видно, что при увеличении установочного УОВТ $\Theta_{\text{м}}$ содержание оксидов азота в ОГ дизеля изменяется по сложной зависимости [19–25].

Изменения значений содержания оксидов азота в ОГ дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 38^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных $38^\circ, 34^\circ, 30^\circ, 26^\circ$ и 22° , содержание оксидов азота в ОГ равно, соответственно, 375 ppm, 342 ppm, 365 ppm, 375 ppm и 245 ppm. Из графика видно, что тенденция изменений значений содержания оксидов азота в ОГ дизеля при увеличении установочного УОВТ $\Theta_{\text{м}}$ по-прежнему сохраняется.

Кривые изменения значений содержания оксидов азота в ОГ дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 42^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных $38^\circ, 34^\circ, 30^\circ, 26^\circ$ и 22° , содержание оксидов азота в ОГ равно,

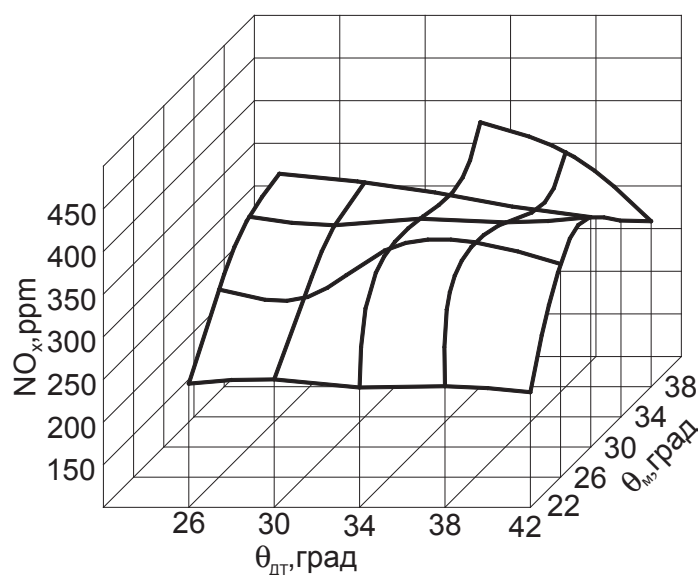


Рис. 1. Влияние применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от различных установочных УОВТ на содержание оксидов азота в ОГ при $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$ и $p_e = 0,594 \text{ МПа}$, $q_{\text{цд}} = 6,0 \text{ мг/цикл}$

соответственно, 295 ppm, 330 ppm, 370 ppm, 350 ppm и 235 ppm. Из графика видно, что тенденция изменения значений содержания оксидов азота в ОГ при увеличении угла УОВТ Θ_m также сохраняется [26–34].

Литература:

1. Скрябин, М.Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
2. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
3. Скрябин, М.Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 101–104.
4. Лопатин, С.О., Скрябин М.Л. Влияние применения метанола-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 96–98.
5. Лиханов, В.А., Гребнев А.В., Бузмаков Ю.Г., Скрябин М.Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.
6. Лиханов, В.А., Гребнев А.В., Бузмаков Ю.Г., Скрябин М.Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
7. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Киров, 2009. — 202 с.
8. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
9. Скрябин, М.Л. Разработка программы стендовых исследований газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 53–55.
10. Скрябин, М.Л. Особенности горения капли дизельного топлива в турбулентном потоке метано-воздушной смеси в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 56–59.
11. Скрябин, М.Л. Исследование мощностных и экономических показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 59–62.
12. Скрябин, М.Л. Влияние угла опережения впрыскивания топлива на экологические показатели газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 62–65.
13. Скрябин, М.Л. Снижение дымности отработавших газов дизеля 2Ч 10,5/12 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 430–433.
14. Скрябин, М.Л. Расчет содержания оксидов азота в цилиндре дизеля 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от изменения угла поворота коленчатого вала // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 433–436.
15. Скрябин, М.Л. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на токсичность отработавших газов дизеля 4ЧН 11,0/12,5 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 436–439.
16. Скрябин, М.Л. Влияние применения метанола с двойной системой топливopодачи в дизеле 2Ч 10,5/12,0 на показатели процесса сгорания и показатели сажесодержания // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 442–445.
17. Скрябин, М.Л. Влияние применения метанола на дымность отработавших газов дизеля 2Ч 10,5/12 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91).С. 445–448.
18. Скрябин, М.Л. Влияние применения метанола с двойной системой топливopодачи в дизеле 2Ч 10,5/12,0 на показатели процесса сгорания и показатели сажесодержания // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 442–445.
19. Лиханов, В.А., Лопатин О.П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсий // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. с. 3–6.

20. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 4 (40). с. 21–25.
21. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. с. 7–9.
22. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. с. 6–7.
23. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). с. 70–73.
24. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. с. 6–7.
25. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. с. 11–13.
26. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Шишканов Е. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем их рециркуляции // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 9. с. 8–9.
27. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Олейник М. А., Дубинецкий В. Н. Особенности химизма и феноменологии образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2006. № 11. С. 13–16.
28. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение эксплуатационных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Известия Международной академии аграрного образования. 2013. Т. 4. № 16. с. 170–173.
29. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.
30. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследования эффективных и экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 5. с. 22–25.
31. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование эффективных показателей дизеля при работе на природном газе, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 4–1 (35). с. 79–81.
32. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Изменение образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 4. с. 3–5.
33. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Исследование применения метанола в дизеле на оптимальных установочных углах // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 42–44.
34. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154.

Изменение объемного содержания оксидов азота в дизеле при работе на метаноле

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе приводятся результаты влияния применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с двойной системой топливоподачи (ДСТ) в зависимости от различных установочных УОВТ на объемное содержание оксидов азота в отработавших газах (ОГ) при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$.

Ключевые слова: дизель, метанол, двойная система топливоподачи, объемное содержание оксидов азота.

Графики влияния применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ при различных установочных УОВТ на объемное содержание $\gamma \text{ NO}_x$ оксидов азота в ОГ, рассчитанное по результатам эксперимен-

тальных данных, полученных при номинальной частоте вращения двигателя ($n = 1800 \text{ мин}^{-1}$), снятые при $\Theta_{\text{дт}} (30...38^\circ)$ и $\Theta_{\text{м}} (30...38^\circ)$ представлены на рисунке 1 [1–11].

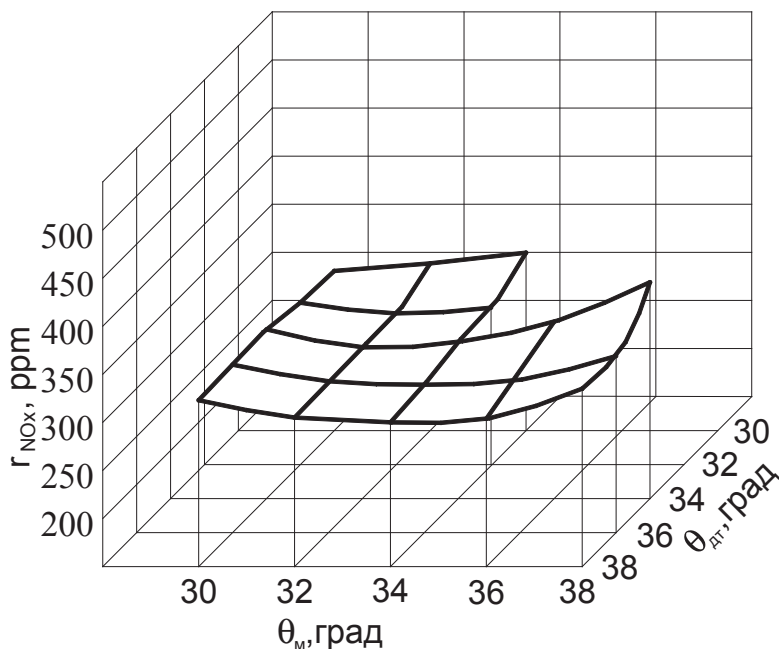


Рис. 1. Влияние применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от различных установочных УОВТ на объемное содержание оксидов азота в ОГ при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $p_e = 0,585 \text{ МПа}$, $q_{\text{цдт}} = 6,6 \text{ мг/цикл}$

Если при оптимальных значениях установочных УОВТ ($\Theta_{\text{дт}} = 34^\circ$ и $\Theta_{\text{м}} = 34^\circ$) объемное содержание γ_{NOx} оксидов азота в ОГ дизеля составляет 313 ppm, то при большем значении $\Theta_{\text{м}} = 38^\circ$ объемное содержание γ_{NOx} в ОГ дизеля возрастает и составляет 374 ppm. При значении $\Theta_{\text{м}} = 30^\circ$ объемное содержание γ_{NOx} оксидов азота составляет 326 ppm [12–21].

Кривые изменения значений объемного содержания γ_{NOx} оксидов азота в ОГ дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 30^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных 34° и 30° , объемное содержание γ_{NOx} оксидов

азота в ОГ дизеля равно, соответственно, 335 ppm и 316 ppm [22–30].

Графики изменения значений объемного содержания γ_{NOx} оксидов азота в ОГ дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 38^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных 38° , 34° и 30° , объемное содержание γ_{NOx} оксидов азота в ОГ дизеля равно, соответственно, 334 ppm, 299 ppm и 323 ppm. Из графика видно, что при увеличении угла УОВТ $\Theta_{\text{м}}$ объемное содержание γ_{NOx} оксидов азота в ОГ дизеля изменяется по сложной зависимости [31–38].

Литература:

1. Скрябин, М.Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
2. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
3. Скрябин, М.Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 101–104.
4. Лопатин, С.О., Скрябин М.Л. Влияние применения метанола-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 96–98.
5. Лиханов, В.А., Гребнев А.В., Бузмаков Ю.Г., Скрябин М.Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.

6. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
7. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Киров, 2009. — 202 с.
8. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
9. Скрябин, М. Л. Разработка программы стендовых исследований газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 53–55.
10. Скрябин, М. Л. Особенности горения капли дизельного топлива в турбулентном потоке метано-воздушной смеси в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 56–59.
11. Скрябин, М. Л. Исследование мощностных и экономических показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 59–62.
12. Скрябин, М. Л. Влияние угла опережения впрыскивания топлива на экологические показатели газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 62–65.
13. Скрябин, М. Л. Снижение дымности отработавших газов дизеля 2Ч 10,5/12 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 430–433.
14. Скрябин, М. Л. Расчет содержания оксидов азота в цилиндре дизеля 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от изменения угла поворота коленчатого вала // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 433–436.
15. Скрябин, М. Л. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на токсичность отработавших газов дизеля 4ЧН 11,0/12,5 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 436–439.
16. Скрябин, М. Л. Влияние применения метанола с двойной системой топливоподачи в дизеле 2Ч 10,5/12,0 на показатели процесса сгорания и показатели сажесодержания // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 442–445.
17. Скрябин, М. Л. Влияние применение метанола на дымность отработавших газов дизеля 2Ч 10,5/12 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 445–448.
18. Скрябин, М. Л. Влияние применения метанола с двойной системой топливоподачи в дизеле 2Ч 10,5/12,0 на показатели процесса сгорания и показатели сажесодержания // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 442–445.
19. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсий // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. с. 3–6.
20. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 4 (40). с. 21–25.
21. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. с. 7–9.
22. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. с. 6–7.
23. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). с. 70–73.
24. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. с. 6–7.
25. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. с. 11–13.
26. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Шишканов Е. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем их рециркуляции // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 9. с. 8–9.
27. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Олейник М. А., Дубинецкий В. Н. Особенности химизма и феноменологии образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2006. № 11. С. 13–16.
28. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение эксплуатационных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Известия Международной академии аграрного образования. 2013. Т. 4. № 16. с. 170–173.

29. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.
30. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследования эффективных и экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 5. с. 22–25.
31. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование эффективных показателей дизеля при работе на природном газе, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 4–1 (35). с. 79–81.
32. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Изменение образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 4. с. 3–5.
33. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Исследование применения метанола в дизеле на оптимальных установочных углах // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 42–44.
34. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154.
35. Анфилатов, А. А. Особенности экспериментальной установки для исследования рабочего процесса дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 223–225.
36. Анфилатов, А. А. Результаты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 226–228.
37. Анфилатов, А. А. Особенности расчета периода задержки воспламенения при работе дизеля на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 229–231.
38. Анфилатов, А. А. Теоретические расчеты содержания оксидов азота в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 232–234.

Индексирование тепловыделения в цилиндре дизеля при работе на метаноле

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе представлено оборудование для проведения индексирования и выполнения расчетов по определению характеристик тепловыделения в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на дизельном топливе (ДТ) и на метаноле с двойной системой топливоподачи (ДСТ).

Ключевые слова: дизель, метанол, двойная система топливоподачи.

Определение оптимальных значений установочных углов опережения впрыскивания запального топлива и метанола проводилось из соответствующих регулировочных характеристик. Особенность заключалась в том, что при различных фиксированных углах опережения впрыскивания запального ДТ менялся угол опережения впрыскивания метанола и снимались нагрузочные характеристики на каждом из установленных значений углов. По результатам этих характеристик строился график g_e в функции от Q_m при разных Q_d и по минимальным значениям g_e определялись оптимальные величины углов Q_d и Q_m , с учетом результатов проведенного индексирования и выполненных расчетов по определению характеристик тепловыделения в цилиндре дизеля. Вид спереди на дизель 2Ч 10,5/12,0 с установленным индикатором МАИ-5А и датчиком для измерения давления представлен на рисунке 1 и 2 соответственно. Обработка ин-

дикаторных диаграмм, полученных на различных режимах работы дизеля, осуществлялась по программе ЦНИ-ДИ-ЦНИИМ на ПЭВМ [1–10].

При индексировании рабочего процесса дизеля при работе на метаноле с ДСТ необходимым условием является сохранение одинаковых с дизельным процессом значений p_e . Это необходимо выполнять для каждого исследуемого скоростного и нагрузочного режимов. Это же условие выполняется и при снятии скоростных характеристик, т.е. на всех фиксируемых частотах вращения коленчатого вала поддерживается одинаковое значение p_e при работе на ДТ и метаноле с ДСТ. Величина p_e определяется косвенным путем из показаний весового механизма нагрузочного устройства [11–19].

Все характеристики снимаются при оптимальных значениях установочного УОВТ. Одновременно со снятием характеристик производится индексирование и газовый анализ ОГ, а также отбор проб для определения дымности ОГ [20–31].

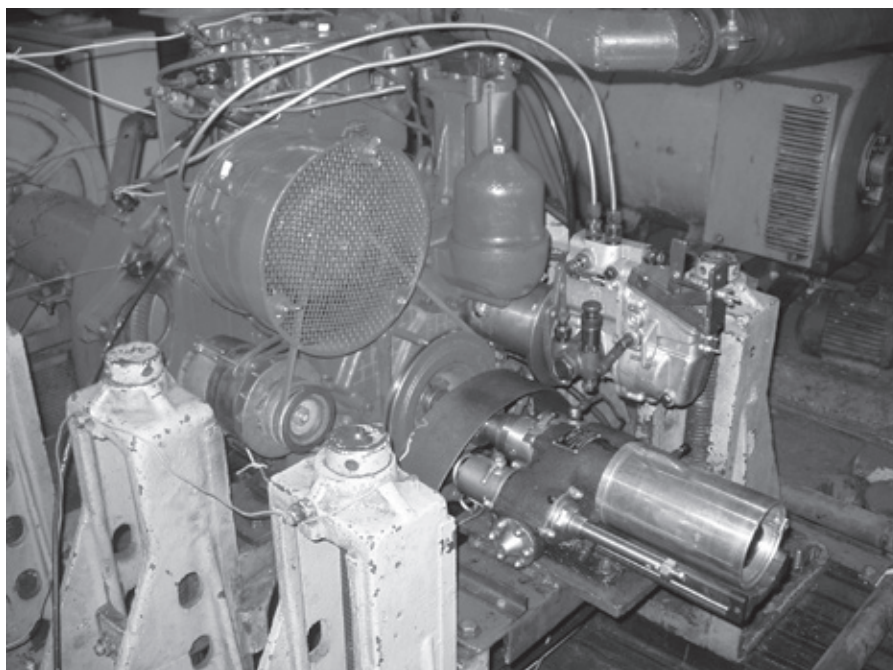


Рис. 1. Вид спереди на дизель 24 10,5/12,0 с установленным пишущим устройством индикатора МАИ-5А

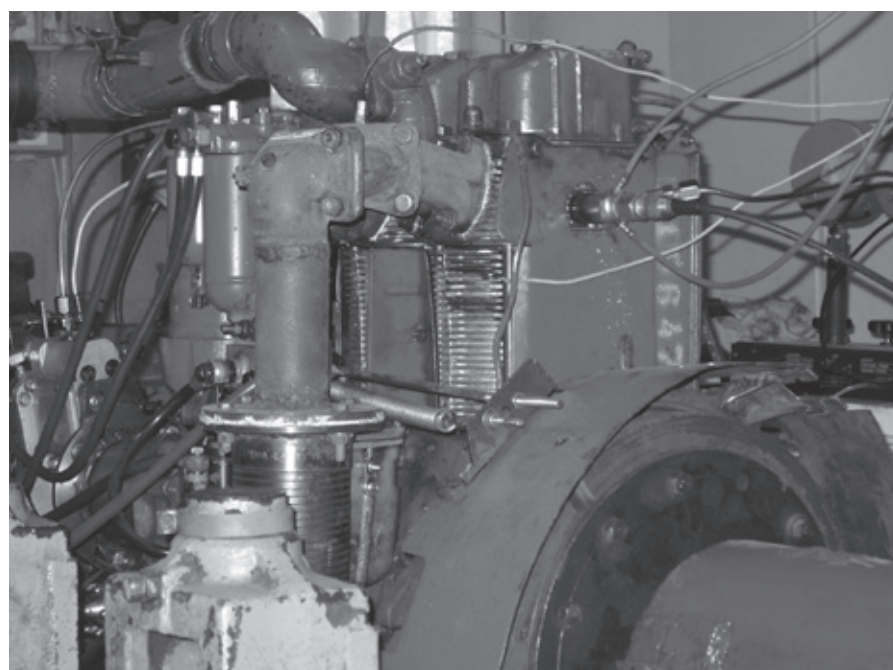


Рис. 2. Вид сзади на дизель 24 10,5/12,0 с установленным датчиком давления индикатора МАИ-5А

Литература:

1. Скрябин, М.Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
2. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
3. Скрябин, М.Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 101–104.

4. Лопатин, С. О., Скрябин М. Л. Влияние применения метанола-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 96–98.
5. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.
6. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
7. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Киров, 2009. — 202 с.
8. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
9. Скрябин, М. Л. Разработка программы стендовых исследований газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 53–55.
10. Скрябин, М. Л. Особенности горения капли дизельного топлива в турбулентном потоке метано-воздушной смеси в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 56–59.
11. Скрябин, М. Л. Исследование мощностных и экономических показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 59–62.
12. Скрябин, М. Л. Влияние угла опережения впрыскивания топлива на экологические показатели газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 62–65.
13. Скрябин, М. Л. Снижение дымности отработавших газов дизеля 2Ч 10,5/12 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 430–433.
14. Скрябин, М. Л. Расчет содержания оксидов азота в цилиндре дизеля 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от изменения угла поворота коленчатого вала // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 433–436.
15. Скрябин, М. Л. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на токсичность отработавших газов дизеля 4ЧН 11,0/12,5 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 436–439.
16. Скрябин, М. Л. Влияние применения метанола с двойной системой топливоподачи в дизеле 2Ч 10,5/12,0 на показатели процесса сгорания и показатели сажесодержания // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 442–445.
17. Скрябин, М. Л. Влияние применение метанола на дымность отработавших газов дизеля 2Ч 10,5/12 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 445–448.
18. Скрябин, М. Л. Влияние применения метанола с двойной системой топливоподачи в дизеле 2Ч 10,5/12,0 на показатели процесса сгорания и показатели сажесодержания // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 442–445.
19. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсий // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. с. 3–6.
20. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 4 (40). с. 21–25.
21. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. с. 7–9.
22. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. с. 6–7.
23. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). с. 70–73.
24. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. с. 6–7.
25. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. с. 11–13.

26. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Шишканов Е. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем их рециркуляции // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 9. с. 8–9.
27. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Олейник М. А., Дубинецкий В. Н. Особенности химизма и феноменологии образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2006. № 11. С 13–16.
28. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение эксплуатационных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Известия Международной академии аграрного образования. 2013. Т. 4. № 16. с. 170–173.
29. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.
30. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследования эффективных и экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 5. с. 22–25.
31. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование эффективных показателей дизеля при работе на природном газе, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 4–1 (35). с. 79–81.

Методика исследований дизеля 2Ч 10,5/12,0 по снижению содержания оксидов азота при работе на метаноле

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе приводится методика проведения стендовых испытания дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на дизельном топливе и на метаноле с двойной системой топливоподачи с целью снижения содержания оксидов азота в ОГ.

Ключевые слова: дизель, метанол, оксиды азота, двойная система топливоподачи.

В основу методики проведения стендовых испытаний положен сравнительный метод. В соответствии с задачами исследований при проведении стендовых исследований необходимо исследовать рабочий процесс дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи (ДСТ) с целью снижения содержания оксидов азота в ОГ [1–8].

Структурная схема проведения исследований дизеля 2Ч 10,5/12,0 по снижению содержания оксидов азота в ОГ при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи представлена на рисунке 1. Стендовые испытания при этом проводятся в несколько этапов.

На первом этапе исследований предусматривается определение оптимальных регулировок, получение эффективных показателей, определение параметров рабочего процесса дизеля путем индицирования, определение характеристик тепловыделения, а также токсичности и дымности ОГ на различных скоростных и нагрузочных режимах при работе на ДТ [9–15].

До начала второго этапа необходимо выполнить исследования по оптимизации расположения (ориентации) сопловых отверстий распылителей форсунок для подачи ДТ и метанола в цилиндр дизеля с целью миними-

зации подачи дизельного (запального) топлива, определения параметров распылителей (условное проходное сечение), диаметров сопловых отверстий, дальности струй [16–24].

На втором этапе исследований предусматривается определение оптимальных регулировок, получение эффективных показателей, определение параметров рабочего процесса путем индицирования, определение характеристик тепловыделения, токсичности и дымности ОГ дизеля на различных скоростных и нагрузочных режимах при работе с подачей метанола непосредственно в КС через форсунку и воспламенением от запальной порции ДТ с помощью двойной системы топливоподачи.

При этом исследуются и оптимизируются параметры процесса сгорания и характеристики тепловыделения. Проводится полный анализ параметров процесса сгорания и тепловыделения, показателей токсичности и дымности ОГ с определением концентрации компонентов для NO_x , CH_x , CO , CO_2 и сажи [25–31].

Разработка модификации дизеля для работы на метаноле с ДСТ предусматривает в первую очередь сохранение мощностных и экономических показателей, при- сущих серийному дизелю.

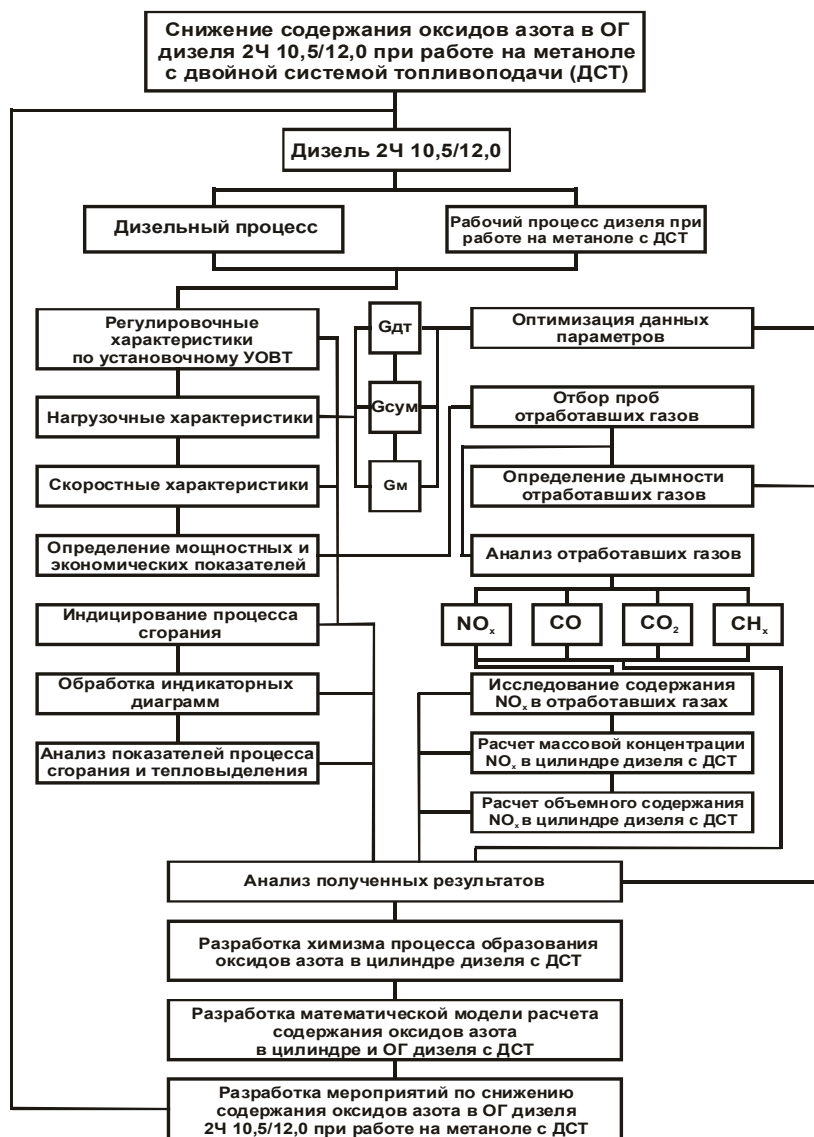


Рис. 1. Структурная схема исследований дизеля 24 10,5/12,0 по снижению содержания оксидов азота в ОГ при работе на метаноле с ДСТ

Литература:

1. Скрябин, М. Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
2. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
3. Скрябин, М. Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4СН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 101–104.
4. Лопатин, С. О., Скрябин М. Л. Влияние применения метаноле-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4СН 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 96–98.
5. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.

6. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
7. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Киров, 2009. — 202 с.
8. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
9. Скрябин, М. Л. Разработка программы стендовых исследований газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 53–55.
10. Скрябин, М. Л. Особенности горения капли дизельного топлива в турбулентном потоке метано-воздушной смеси в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 56–59.
11. Скрябин, М. Л. Исследование мощностных и экономических показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 59–62.
12. Скрябин, М. Л. Влияние угла опережения впрыскивания топлива на экологические показатели газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 62–65.
13. Скрябин, М. Л. Снижение дымности отработавших газов дизеля 2Ч 10,5/12 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 430–433.
14. Скрябин, М. Л. Расчет содержания оксидов азота в цилиндре дизеля 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от изменения угла поворота коленчатого вала // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 433–436.
15. Скрябин, М. Л. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на токсичность отработавших газов дизеля 4ЧН 11,0/12,5 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 436–439.
16. Скрябин, М. Л. Влияние применения метанола с двойной системой топливоподачи в дизеле 2Ч 10,5/12,0 на показатели процесса сгорания и показатели сажесодержания // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 442–445.
17. Скрябин, М. Л. Влияние применение метанола на дымность отработавших газов дизеля 2Ч 10,5/12 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 445–448.
18. Скрябин, М. Л. Влияние применения метанола с двойной системой топливоподачи в дизеле 2Ч 10,5/12,0 на показатели процесса сгорания и показатели сажесодержания // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 442–445.
19. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсий // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. с. 3–6.
20. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 4 (40). с. 21–25.
21. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. с. 7–9.
22. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. с. 6–7.
23. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). с. 70–73.
24. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. с. 6–7.
25. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. с. 11–13.
26. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Шишканов Е. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем их рециркуляции // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 9. с. 8–9.
27. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Олейник М. А., Дубинецкий В. Н. Особенности химизма и феноменологии образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2006. № 11. С. 13–16.
28. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение эксплуатационных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Известия Международной академии аграрного образования. 2013. Т. 4. № 16. с. 170–173.

29. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.
30. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследования эффективных и экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 5. с. 22–25.
31. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование эффективных показателей дизеля при работе на природном газе, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 4–1 (35). с. 79–81.

Обработка полученных результатов исследований дизеля при работе на метаноле

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе представлен расчет математической обработки результатов дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на дизельном топливе (ДТ) и на метаноле с двойной системой топливоподачи (ДСТ).

Ключевые слова: дизель, метанол, двойная система топливоподачи.

Измерение исследуемых величин всегда связано с погрешностями, поэтому полученные величины всегда имеют приближенные значения, степень приближения которых зависит от правильности выбора и возможностей приборов, условий проведения опыта [1–10].

Для оценки объективности данных, полученных в результате исследований, производился подсчет ошибок измерений, и определялась суммарная погрешность результатов опыта. Допускалось, что при выполнении опытов имелись только систематические ошибки. Появление случайных погрешностей исключалось ввиду проведения проверок приборов в лаборатории Госстандарта и поддержания постоянных условий проведения опытов [11–18].

Математическая обработка результатов производилась в соответствии с существующими нормами.

Для сложной функции вида $N_e = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ абсолютная ошибка равна сумме частных, в каждой из которых за переменную принимается только один из аргументов:

$$\Delta N = \pm [\Delta N_1(x_1) + \Delta N_2(x_2) + \dots + \Delta N_n(x_n)], \quad (1)$$

где N — истинная величина; x_1, x_2, \dots, x_n — результат измерения величин.

Относительная ошибка:

$$\frac{\Delta N}{N} = \pm \frac{[\Delta N_1(x_1) + \Delta N_2(x_2) + \dots + \Delta N_n(x_n)]}{f(x_1, x_2, \dots, x_n)}. \quad (2)$$

После анализа источников погрешностей измерений появляется возможность подсчета суммарной ошибки опыта. При определении этой величины брался самый неблагоприятный случай, когда все частные ошибки берутся со знаком «+». Соблюдался следующий порядок определения: оценивались размеры частных предельных погрешностей по отдельным элементам измерений, входящих в опыт, затем подсчитывались абсолютная и относительная ошибки результатов измерений [19–25].

Относительная погрешность определения эффективной мощности, вычисляемой по формуле:

$$N_e = \pm \frac{M_k n}{9550}, \quad (3)$$

где $M_k = P_T \cdot l$ — крутящий момент; P_T — показания тормоза; l — длина плеча весового механизма; n — частота вращения коленчатого вала, определялась из выражения:

$$\frac{\Delta N_e}{N_e} = \pm \left(\frac{\Delta P_m}{P_m} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta n}{n} \right) \quad (4)$$

Относительная погрешность определения основного, дополнительного и суммарного расходов топлива, вычисляемых по формулам:

$$G_m = \frac{g_{on}}{\tau_{on}}, \quad G_{m\Sigma} = G_m + G_m', \quad (5)$$

где g_{on} — количество топлива, расходуемого за опыт; τ_{on} — время опыта, определялись из соответствующих выражений:

$$\frac{\Delta G_m}{G_m} = \pm \left(\frac{\Delta g_{on}}{g_{on}} + \frac{\Delta \tau_{on}}{\tau_{on}} \right); \quad (6)$$

$$\frac{\Delta G_{m\Sigma}}{G_{m\Sigma}} = \pm \frac{\Delta G_m + \Delta G'_m}{G_m} = \pm \left(\frac{\Delta g_{on}}{g_{on}} + \frac{\Delta \tau_{on}}{\tau_{on}} \right) \cdot \frac{G_m}{G_{m\Sigma}} \pm \left(\frac{\Delta g'_{on}}{g'_{on}} + \frac{\Delta \tau'_{on}}{\tau'_{on}} \right) \cdot \frac{G'_m}{G_{m\Sigma}}. \quad (7)$$

Относительная погрешность определения удельного эффективного расхода топлива, вычисляемого по формуле:

$$g_e = \frac{1000 \cdot G_m}{N_e},$$

определялась из выражения:

$$\frac{\Delta g_e}{g_e} = \pm \left(\frac{\Delta G_{m\Sigma}}{G_{m\Sigma}} + \frac{\Delta N_e}{N_e} \right) = \pm \left(\frac{\Delta g_{on}}{g_{on}} + \frac{\Delta \tau_{on}}{\tau_{on}} \right) \cdot \frac{G_m}{G_{m\Sigma}} \pm \left(\frac{\Delta g'_{on}}{g'_{on}} + \frac{\Delta \tau'_{on}}{\tau'_{on}} \right) \cdot \frac{G'_m}{G_{m\Sigma}} + \frac{\Delta N_e}{N_e}. \quad (8)$$

Аналогичным образом производилась оценка погрешностей других измеряемых величин [26–33].

Литература:

1. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Киров, 1999.
2. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Санкт-Петербург, 1999.
3. Лиханов, В. А., Попов В. М. Работа дизеля на метаноле с двойной системой топливоподачи // Двигателестроение. 1986. № 8. с. 47.
4. Лиханов, В. А., Полевщиков А. С. Определение оптимальных углов опережения впрыскивания топлив при работе дизеля на этаноле // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 5 (41). с. 62–64.
5. Лиханов, В. А., Полевщиков А. С. Особенности развития топливных факелов в цилиндре дизеля при работе дизеля на этаноле // Транспорт на альтернативном топливе. 2013. № 1 (31). с. 62–65.
6. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 184с.
7. Анфилатов, А. А., Лиханов В. А., Лопатин О. П. Исследование процессов образования и разложения оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 путем применения метанола с двойной системой топливоподачи: Монография. — Киров, 2008. — 156 с.
8. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Изменение образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 4. с. 3–5.
9. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путём применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.
10. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
11. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Глухов А. А., Анфилатов А. А. Улучшение экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 3. с. 4–5.
12. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Глухов А. А., Анфилатов А. А. Улучшение эффективных и экологических показателей дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 4. с. 10–13.
13. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154.
14. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142.
15. Анфилатов, А. А. Теоретические расчеты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле для номинальной частоты вращения // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 142–145.
16. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Исследование применения метанола в дизеле на оптимальных установочных углах // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 42–44.
17. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля с воздушным охлаждением // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 45–47.

18. Анфилатов, А. А. Исследование токсичности на скоростном режиме дизеля при работе на метаноле // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 47–50.
19. Анфилатов, А. А. Исследование дымности в отработавших газах дизеля при работе на метаноле // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 50–53.
20. Анфилатов, А. А. Особенности экспериментальной установки для исследования рабочего процесса дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 223–225.
21. Анфилатов, А. А. Результаты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 226–228.
22. Анфилатов, А. А. Особенности расчета периода задержки воспламенения при работе дизеля на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 229–231.
23. Анфилатов, А. А. Теоретические расчеты содержания оксидов азота в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 232–234.
24. Анфилатов, А. А. Расчет содержания оксидов азота в цилиндре дизеля с воздушным охлаждением при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 235–237.
25. Анфилатов, А. А. Изменение экономических показателей дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 238–240.
26. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. с. 6–7.
27. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). с. 70–73.
28. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. с. 6–7.
29. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. с. 11–13.
30. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.
31. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
32. Скрябин, М. Л. Особенности горения капли дизельного топлива в турбулентном потоке метано-воздушной смеси в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 56–59.
33. Скрябин, М. Л. Исследование мощностных и экономических показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 59–62.

Объемное содержание оксидов азота в дизеле при работе на дизельном топливе и метаноле

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе приводятся результаты влияния применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с двойной системой топливоподачи (ДСТ) в зависимости от различных установочных УОВТ на объемное содержание оксидов азота в отработавших газах (ОГ) при $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$.

Ключевые слова: дизель, метанол, двойная система топливоподачи, объемное содержание оксидов азота.

Графики влияния применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ при различных установочных УОВТ на объемное содержание γ NOx оксидов азота в ОГ, рассчитанное по результатам экспериментальных данных, полученных при частоте вращения дви-

гателя ($n = 1400 \text{ мин}^{-1}$), снятые при $\Theta_{\text{дт}}$ (30...38°) и $\Theta_{\text{м}}$ (30...38°) представлены на рисунке 1 [1–12].

Если при оптимальных значениях установочных УОВТ ($\Theta_{\text{дт}} = 34^\circ$ и $\Theta_{\text{м}} = 34^\circ$) объемное содержание γ_{NOx} оксидов азота в ОГ дизеля составляет 328 ppm, то при большем

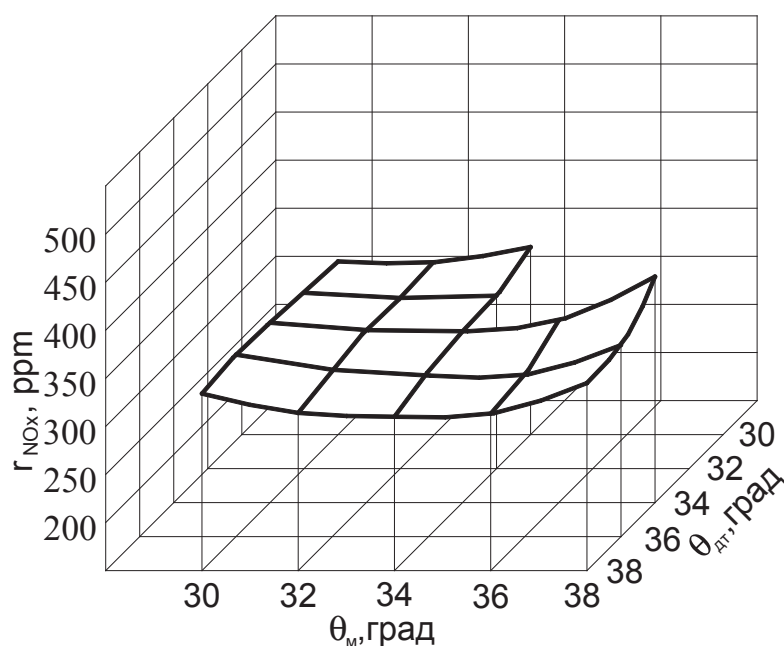


Рис. 1. Влияние применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от различных установочных УОВТ на объемное содержание оксидов азота в ОГ при $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$ и $p_e = 0,594 \text{ МПа}$, $q_{цд} = 6,0 \text{ мг/цикл}$

значении $\Theta_m = 38^\circ$ объемное содержание γ_{NOx} в ОГ дизеля возрастает и составляет 385 ppm. При значении $\Theta_m = 30^\circ$ объемное содержание γ_{NOx} оксидов азота составляет 337 ppm [13–21].

Значения объемного содержания γ_{NOx} оксидов азота в ОГ дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{дт} = 30^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола Θ_m , показывают, что при установочных УОВТ Θ_m , равных 34° и 30° , объемное содержание γ_{NOx} оксидов азота в ОГ дизеля равно, соответственно, 346 ppm и 330 ppm [22–30].

Графики изменения значений объемного содержания γ_{NOx} оксидов азота в ОГ дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{дт} = 38^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола Θ_m , показывают, что при установочных УОВТ Θ_m , равных 38° , 34° и 30° , объемное содержание γ_{NOx} оксидов азота в ОГ дизеля равно, соответственно, 344 ppm, 310 ppm и 334 ppm. Из графика видно, что при увеличении угла УОВТ Θ_m объемное содержание γ_{NOx} оксидов азота в ОГ дизеля изменяется по сложной зависимости [31–38].

Литература:

1. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Киров, 1999.
2. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Санкт-Петербург, 1999.
3. Лиханов, В. А., Попов В. М. Работа дизеля на метаноле с двойной системой топливоподачи // Двигателестроение. 1986. № 8. с. 47.
4. Лиханов, В. А., Полевщиков А. С. Определение оптимальных углов опережения впрыскивания топлив при работе дизеля на этаноле // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 5 (41). с. 62–64.
5. Лиханов, В. А., Полевщиков А. С. Особенности развития топливных факелов в цилиндре дизеля при работе дизеля на этаноле // Транспорт на альтернативном топливе. 2013. № 1 (31). с. 62–65.
6. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 184с.
7. Анфилатов, А. А., Лиханов В. А., Лопатин О. П. Исследование процессов образования и разложения оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 путем применения метанола с двойной системой топливоподачи: Монография. — Киров, 2008. — 156 с.
8. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Изменение образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 4. с. 3–5.

9. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путём применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.
10. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
11. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Глухов А. А., Анфилатов А. А. Улучшение экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 3. с. 4–5.
12. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Глухов А. А., Анфилатов А. А. Улучшение эффективных и экологических показателей дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 4. с. 10–13.
13. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154.
14. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142.
15. Анфилатов, А. А. Теоретические расчеты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле для номинальной частоты вращения // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 142–145.
16. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Исследование применения метанола в дизеле на оптимальных установочных углах // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 42–44.
17. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля с воздушным охлаждением // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 45–47.
18. Анфилатов, А. А. Исследование токсичности на скоростном режиме дизеля при работе на метаноле // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 47–50.
19. Анфилатов, А. А. Исследование дымности в отработавших газах дизеля при работе на метаноле // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 50–53.
20. Анфилатов, А. А. Особенности экспериментальной установки для исследования рабочего процесса дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 223–225.
21. Анфилатов, А. А. Результаты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 226–228.
22. Анфилатов, А. А. Особенности расчета периода задержки воспламенения при работе дизеля на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 229–231.
23. Анфилатов, А. А. Теоретические расчеты содержания оксидов азота в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 232–234.
24. Анфилатов, А. А. Расчет содержания оксидов азота в цилиндре дизеля с воздушным охлаждением при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 235–237.
25. Анфилатов, А. А. Изменение экономических показателей дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 238–240.
26. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. с. 6–7.
27. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). с. 70–73.
28. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. с. 6–7.
29. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. с. 11–13.
30. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.
31. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
32. Скрябин, М. Л. Особенности горения капли дизельного топлива в турбулентном потоке метано-воздушной смеси в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 56–59.
33. Скрябин, М. Л. Исследование мощностных и экономических показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 59–62.

34. Скрыбин, М.Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
35. Скрыбин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
36. Скрыбин, М.Л. Влияние применения метанола с двойной системой топливоподачи в дизеле 2Ч 10,5/12,0 на показатели процесса сгорания и показатели сажесодержания // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 442–445.
37. Лиханов, В.А., Лопатин О.П. Исследования эффективных и экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 5. с. 22–25.
38. Лиханов, В.А., Лопатин О.П. Исследование эффективных показателей дизеля при работе на природном газе, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 4–1 (35). с. 79–81.

Расчет выбросов вредных газообразных веществ с отработавшими газами дизеля при работе на метаноле

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе представлен расчет выбросов вредных газообразных веществ с отработавшими газами дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на дизельном топливе (ДТ) и на метаноле с двойной системой топливоподачи (ДСТ).

Ключевые слова: дизель, метанол, двойная система топливоподачи.

Для оценки выбросов вредных газообразных веществ необходимо усреднить показания газоанализаторов и определить концентрации (сопс) HC, CO и NO_x в каждом режиме. Расход ОГ G_{EXHW} определяют по формуле [1–13]:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL}, \quad (1)$$

где G_{AIRW} — расход воздуха, измеренный соответствующими системами, кг/ч;

G_{FUEL} — расход топлива, измеренный соответствующими системами, кг/ч.

Массовые расходы выбросов вредных веществ NO_{x mass}, CO_{mass}, HC_{mass}, г/ч, для каждого режима рассчитывают по приведенным ниже формулам, принимая плотность ОГ равной 1,293 кг/м³ при температуре 273 К (0оС) и давлении 101,3 кПа [14–24]:

$$NO_{x\ mass} = 0,001587 NO_{x\ conc} K_{H,D} G_{EXHW}; \quad (2)$$

$$CO_{mass} = 0,000966 CO_{conc} G_{EXHW}; \quad (3)$$

$$HC_{mass} = 0,000479 HC_{conc} G_{EXHW}, \quad (4)$$

где NO_{x conc}, CO_{conc}, HC_{conc} — средние концентрации, млн⁻¹, вредных веществ в неразбавленных ОГ в каждом режиме;

K_{H,D} — поправка на влажность и температуру для NO_x.

Удельные выбросы $\overline{NO_x}$, \overline{CO} , \overline{HC} , г/(кВт·ч), рассчитывают для всех газообразных вредных веществ следующим образом [25–42]:

$$\overline{NO_x} = \frac{\sum NO_{x\ mass} WF_i}{\sum P(n)_i WF_i}; \quad (5)$$

$$\overline{HC} = \frac{\sum HC_{mass} WF_i}{\sum P(n)_i WF_i}; \quad (6)$$

$$\overline{CO} = \frac{\sum CO_{mass} WF_i}{\sum P(n)_i WF_i}, \quad (7)$$

где WF_i — коэффициент весомости соответствующего режима.

Литература:

1. Лиханов, В.А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Киров, 1999.
2. Лиханов, В.А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Санкт-Петербург, 1999.
3. Лиханов, В.А., Попов В.М. Работа дизеля на метаноле с двойной системой топливоподачи // Двигателестроение. 1986. № 8. с. 47.

4. Лиханов, В. А., Полевщиков А. С. Определение оптимальных углов опережения впрыскивания топлив при работе дизеля на этаноле // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 5 (41). с. 62–64.
5. Лиханов, В. А., Полевщиков А. С. Особенности развития топливных факелов в цилиндре дизеля при работе дизеля на этаноле // Транспорт на альтернативном топливе. 2013. № 1 (31). с. 62–65.
6. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 184с.
7. Анфилатов, А. А., Лиханов В. А., Лопатин О. П. Исследование процессов образования и разложения оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 путем применения метанола с двойной системой топливоподачи: Монография. — Киров, 2008. — 156 с.
8. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Изменение образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 4. с. 3–5.
9. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путём применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.
10. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
11. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Глухов А. А., Анфилатов А. А. Улучшение экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 3. с. 4–5.
12. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Глухов А. А., Анфилатов А. А. Улучшение эффективных и экологических показателей дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 4. с. 10–13.
13. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154.
14. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142.
15. Анфилатов, А. А. Теоретические расчеты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле для номинальной частоты вращения // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 142–145.
16. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Исследование применения метанола в дизеле на оптимальных установочных углах // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 42–44.
17. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля с воздушным охлаждением // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 45–47.
18. Анфилатов, А. А. Исследование токсичности на скоростном режиме дизеля при работе на метаноле // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 47–50.
19. Анфилатов, А. А. Исследование дымности в отработавших газах дизеля при работе на метаноле // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 50–53.
20. Анфилатов, А. А. Особенности экспериментальной установки для исследования рабочего процесса дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 223–225.
21. Анфилатов, А. А. Результаты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 226–228.
22. Анфилатов, А. А. Особенности расчета периода задержки воспламенения при работе дизеля на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 229–231.
23. Анфилатов, А. А. Теоретические расчеты содержания оксидов азота в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 232–234.
24. Анфилатов, А. А. Расчет содержания оксидов азота в цилиндре дизеля с воздушным охлаждением при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 235–237.
25. Анфилатов, А. А. Изменение экономических показателей дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 238–240.
26. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. с. 6–7.
27. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). с. 70–73.
28. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. с. 6–7.

29. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. с. 11–13.
30. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.
31. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
32. Скрябин, М. Л. Особенности горения капли дизельного топлива в турбулентном потоке метано-воздушной смеси в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 56–59.
33. Скрябин, М. Л. Исследование мощностных и экономических показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 59–62.
34. Скрябин, М. Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
35. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
36. Скрябин, М. Л. Влияние применения метанола с двойной системой топливоподачи в дизеле 2Ч 10,5/12,0 на показатели процесса сгорания и показатели сажесодержания // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 442–445.
37. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследования эффективных и экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов, метано- и этано-топливных эмульсиях // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 5. с. 22–25.
38. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование эффективных показателей дизеля при работе на природном газе, метано- и этано-топливных эмульсиях // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 4–1 (35). с. 79–81.
39. Скрябин, М. Л. Снижение дымности отработавших газов дизеля 2Ч 10,5/12 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 430–433.
40. Скрябин, М. Л. Расчет содержания оксидов азота в цилиндре дизеля 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от изменения угла поворота коленчатого вала // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 433–436.
41. Скрябин, М. Л. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на токсичность отработавших газов дизеля 4ЧН 11,0/12,5 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 436–439.
42. Скрябин, М. Л. Влияние угла опережения впрыскивания топлива на экологические показатели газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 62–65.

Содержание оксидов азота в дизеле при работе на метаноле в зависимости от изменения установочных УОВТ

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе приводятся результаты влияния применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с двойной системой топливоподачи (ДСТ) в зависимости от различных установочных УОВТ на содержание оксидов азота в отработавших газах (ОГ) при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$.

Ключевые слова: дизель, метанол, двойная система топливоподачи, оксиды азота.

Влияния применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ при различных установочных УОВТ на содержание оксидов азота в ОГ при номинальной частоте вращения двигателя ($n = 1800 \text{ мин}^{-1}$) представлены на рисунке 1, снятые при $\Theta_{\text{дт}}$ (26...42о)

и $\Theta_{\text{м}}$ (22...38о). Если при оптимальных значениях установочных УОВТ ($\Theta_{\text{дт}} = 34^\circ$ и $\Theta_{\text{м}} = 34^\circ$) содержание оксидов азота в ОГ дизеля составляет 340 ppm, то при большем значении $\Theta_{\text{м}} = 38^\circ$ содержание оксидов азота в ОГ возрастает и составляет 390 ppm. При других значениях $\Theta_{\text{м}} =$

30°, 26° и 22° содержание оксидов азота в ОГ составляет, соответственно, 347 ppт, 348 ppт и 220 ppт [1–10].

Кривые изменения значений содержания оксидов азота в ОГ дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 26^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных 34°, 30°, 26° и 22°, содержание оксидов азота в ОГ равно, соответственно, 365 ppт, 350 ppт, 300 ppт и 225 ppт [11–17].

Значения содержания оксидов азота в ОГ дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 30^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных 34°, 30°, 26° и 22°, содержание оксидов азота в ОГ равно, соответственно, 355 ppт, 340 ppт, 290 ppт и 230 ppт. Из графика видно, что при увеличении угла УОВТ $\Theta_{\text{м}}$ содержание оксидов азота в ОГ дизеля изменяется по сложной зависимости [18–26].

Изменения значений содержания оксидов азота в ОГ дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 38^\circ$

и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$ показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных 38°, 34°, 30°, 26° и 22°, содержание оксидов азота в ОГ равно, соответственно, 355 ppт, 322 ppт, 343 ppт, 354 ppт и 222 ppт. Из графика видно, что тенденция изменения значений содержания оксидов азота в ОГ дизеля происходит по сложной зависимости при увеличении угла УОВТ $\Theta_{\text{м}}$ [27–33].

Кривые изменения значений содержания оксидов азота в ОГ дизеля, полученные при установочном УОВТ $\Theta_{\text{дт}} = 42^\circ$ и различных углах впрыскивания метанола $\Theta_{\text{м}}$, показывают, что при установочных УОВТ $\Theta_{\text{м}}$, равных 38°, 34°, 30°, 26° и 22°, содержание оксидов азота в ОГ равно, соответственно, 273 ppт, 310 ppт, 349 ppт, 330 ppт и 215 ppт [34–37].

Из графика видно, что тенденция изменения значений содержания в ОГ оксидов азота по сложной зависимости при увеличении угла УОВТ $\Theta_{\text{м}}$ также сохраняется.

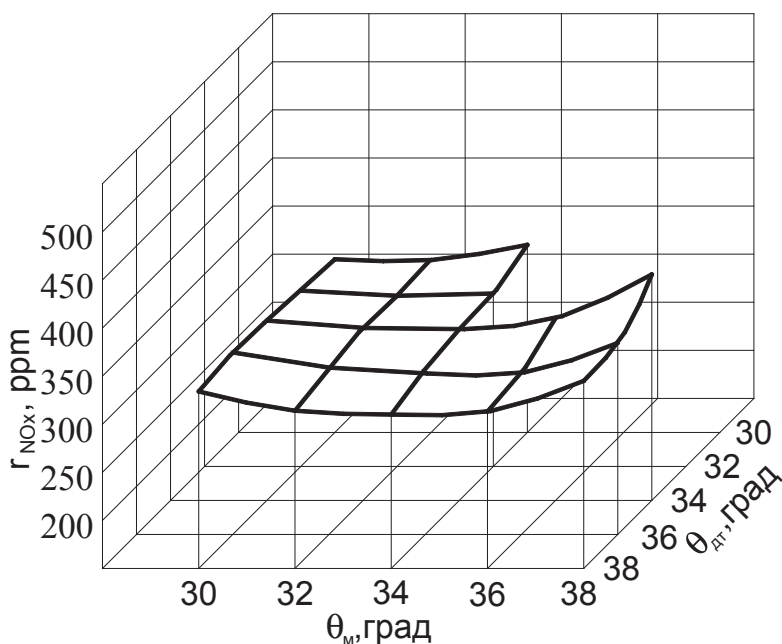


Рис. 1. Влияние применения метанола в дизеле 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от различных установочных УОВТ на содержание оксидов азота в ОГ при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $p_e = 0,585 \text{ МПа}$, $q_{\text{цдт}} = 6,6 \text{ мг/цикл}$

Литература:

1. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Киров, 1999.
2. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Санкт-Петербург, 1999.
3. Лиханов, В. А., Попов В. М. Работа дизеля на метаноле с двойной системой топливоподачи // Двигателестроение. 1986. № 8. с. 47.
4. Лиханов, В. А., Полевщиков А. С. Определение оптимальных углов опережения впрыскивания топлив при работе дизеля на этаноле // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 5 (41). с. 62–64.
5. Лиханов, В. А., Полевщиков А. С. Особенности развития топливных факелов в цилиндре дизеля при работе дизеля на этаноле // Транспорт на альтернативном топливе. 2013. № 1 (31). с. 62–65.

6. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 184с.
7. Анфилатов, А. А., Лиханов В. А., Лопатин О. П. Исследование процессов образования и разложения оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 путем применения метанола с двойной системой топливоподачи: Монография. — Киров, 2008. — 156 с.
8. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Изменение образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 4. с. 3–5.
9. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путём применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.
10. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
11. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Глухов А. А., Анфилатов А. А. Улучшение экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 3. с. 4–5.
12. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Глухов А. А., Анфилатов А. А. Улучшение эффективных и экологических показателей дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 4. с. 10–13.
13. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154.
14. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142.
15. Анфилатов, А. А. Теоретические расчеты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле для номинальной частоты вращения // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 142–145.
16. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Исследование применения метанола в дизеле на оптимальных установочных углах // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 42–44.
17. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля с воздушным охлаждением // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 45–47.
18. Анфилатов, А. А. Исследование токсичности на скоростном режиме дизеля при работе на метаноле // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 47–50.
19. Анфилатов, А. А. Исследование дымности в отработавших газах дизеля при работе на метаноле // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 50–53.
20. Анфилатов, А. А. Особенности экспериментальной установки для исследования рабочего процесса дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 223–225.
21. Анфилатов, А. А. Результаты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 226–228.
22. Анфилатов, А. А. Особенности расчета периода задержки воспламенения при работе дизеля на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 229–231.
23. Анфилатов, А. А. Теоретические расчеты содержания оксидов азота в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 232–234.
24. Анфилатов, А. А. Расчет содержания оксидов азота в цилиндре дизеля с воздушным охлаждением при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 235–237.
25. Анфилатов, А. А. Изменение экономических показателей дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 238–240.
26. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. с. 6–7.
27. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). с. 70–73.
28. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. с. 6–7.
29. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. с. 11–13.
30. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.

31. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
32. Скрябин, М. Л. Особенности горения капли дизельного топлива в турбулентном потоке метано-воздушной смеси в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 56–59.
33. Скрябин, М. Л. Исследование мощностных и экономических показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 59–62.
34. Скрябин, М. Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
35. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
36. Скрябин, М. Л. Влияние применения метанола с двойной системой топливоподачи в дизеле 2Ч 10,5/12,0 на показатели процесса сгорания и показатели сажесодержания // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 442–445.
37. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследования эффективных и экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсиях // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 5. с. 22–25.

Электронная система управления очередью в бортовой туалет межконтинентального пассажирского самолета

Базухаир Мохаммед Ахмед, студент

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева

Стечение пассажиров около бортовых туалетов в некоторых рейсах, особенно длительных, создает дискомфорт как бортпроводников так и самых пассажиров. Для решения такой проблемы, обостряющейся в связи с постоянным ростом габаритов воздушных судов, в данной статье была предложена электронная система управления очередью в бортовой туалет, реализуемая частично на базе системы бортовых развлечений. При этом достигается рациональное использование времени пассажиров и их комфорт.

Ключевые слова: электронный туалет, управление очередью на борту, туалет самолета, бортовое обслуживание

Electronic queue management system for ultra-high-capacity aircraft toilets

Bazuhair Mohammed Ahmed

Bachelor, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev — KAI

Concourse of air travelers near to the aircraft toilets, especially during particular time during long flights contributes to discomfort both flight attendants and passengers themselves. To solve such exacerbated problem with the constant increase of passenger aircraft size, this paper proposes an electronic queue management system for aircraft toilet, partially based on the in-flight entertainment system platform. In result, comfort enhancement and time saving have been achieved.

Keywords: aircraft electronic toilet, electronic management of in-flight queues, automated toileting, aircraft toilet, onboard service

1. Введение

Применение электронных систем управления очередью продолжает распространяться в местах скопления людей в аэропортах, вокзалах, банках и т.п. С учетом наблюдаемого роста перевозимых пассажиров и увеличения размеров

пассажирских самолетов применение таких систем на борту этих самолетов будет одной из необходимостей для удовлетворения критериям комфорта и совершенства следующих поколений в супергигантских пассажирских самолетах. Это связано с тем, что в течение полета пассажирского самолета загруженность туалетов становится критической,

что приводит к образованию очередей около них. Следовательно, ухудшаются условия комфорта во время полета особенно у пассажиров, занимающих близкие сиденья к туалетам. С учетом того, что некоторые туалеты освобождаются раньше других, перераспределение пассажиров могло бы уменьшить очередь. Настоящий уровень техники, в частности, платформы электронных систем управления очередью, обеспечить практически решение эту проблему, позволяя пассажиру оставаться на своем месте и рационально использовать время до подхода своей очереди.

Подобное решение упоминалось в патенте [2], где была предложена система управления общественным туалетом, в том числе, туалетом в пассажирском салоне. Для этого был разработан метод автономного управления, обеспечивающего передачу информации о частоте посещения туалетов обслуживающему персоналу, включая возможность дистанционного приглашения пассажира и т.д.

В данной работе рассматривается подход к осуществлению максимального соответствия разработанной нами системы бортовых развлечений в [1] с требованиями системы электронного управления очередью в бортовой туалет. Таким образом, благодаря использованию многофункциональных бортовых систем упрощается конструкция самолета и уменьшается его вес за счет сокращения количества туалетов.

2. Структура системы

Электронная система управления очередью в бортовой туалет (ЭСУОБТ), изображенная на фиг.1, содержит виртуальный регистрационный пункт, установленный в клиент-сервере системы бортового развлечения, присоединённом к центральному серверу (ЦС) ЭСУОБТ с помощью сетевого коммутатора. Последний элемент служит для объединения рядов клиент-серверов в локальную сеть Ethernet с помощью соответствующих протоколов связей и кабельной инфраструктуры.

Сервер экипажа или так называемый администратор сети подключается к ЦС через сетевой коммутатор, к которому присоединяется и база данных (БД). Выходной сигнал от ЦС передается через сетевой физический уровень к цифровому кодовому замку туалетной двери, который имеет программный модуль, управляющий входом пассажиров в назначенный туалет.

3. Алгоритм работы

Пассажир сидящий, например, на сиденье 1 под номером А16, при желании посетить туалет выбирает связанную с ЭСУОБТ услугу согласно первому шагу процесса на фиг.3, означенную в перечне услуг системы бортового развлечения, представляющей собой клиент-сервер в данной локальной сети (см. фиг.1, 2). Как показано на фиг.1 клиент-сервер имеет встроенную аппаратуру ввода данных, которая может быть в виде джойстика или сенсорного экрана, служащих регистрационному терминалу инфраструктуры ЭСУОБТ. Соответственно, при выборе вышеописанной услуги открывается регистрационный интерфейс, изображенный на фиг. 2, предназначенный для регулирования очередей путем учета виртуальных талонов с ПИН-кодом (см. фиг. 2).

ЦС предназначен для управления различными компонентами ЭСУОБТ, обеспечения взаимодействия между ними, обработки данных по запросу и удаленного администрирования с помощью администратора сети, т.е. сервера экипажа.

На фиг.3 изображен процесс направления пассажира к ближайшему к нему туалету. Предварительно, после захода в регистрационный интерфейс ЭСУОБТ, пассажир нажимает соответствующую кнопку для получения ПИН-кода (см. фиг.2,3). Соответственно, от клиент-сервера отправляется по локальной сети Ethernet запрос ЦС о проведении проверки свободного в данный момент туалета. В случае если все или по крайней мере один цифровой замок туалетной двери от-

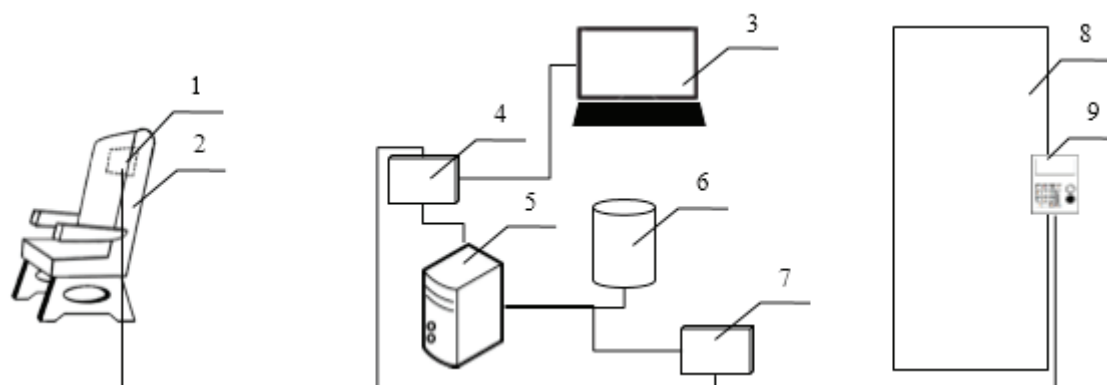


Рис. 1. принципиальная схема электронной системы управления очередью в бортовой туалет пассажирского самолета; 1 — клиент-сервер (терминал); 2 — пассажирское сиденье; 3 — сервер экипажа; 4 — сетевой коммутатор; 5 — центральный сервер ЭСУОБТ; 6 — база данных; 7 — сетевой физический уровень; 8 — туалетная дверь; 9 — замок туалетной двери

правит ЦС сигнал об отсутствии в них пользователей, данный пассажир автоматически направляется к этому выделенному туалету. Сообщение, появляющееся на экране в рамках интерфейса ЭСУОБТ, содержит номер назначенного туалета и простой ПИН-код, который необходимо пассажиру запомнить, чтобы набрать на цифровом замке туалетной двери. Помимо того, пассажиру показывается навигационная карта пассажирского салона с указанием маршрута к назначенному туалету (см. фиг.2). Ввод ПИН-кода осуществляется с помощью клавиатуры цифрового замка, показанного на фиг.4. В случае несоответствия введенного ПИН-кода с ранее выданным этому пассажиру номером, цифровой замок запрещает вход в туалет пока не пройдет время ожидания. Если данный оповещенный пассажир в течение определенного времени не ввел назначенный ПИН-код, ЦС приглашает следующего по очереди пассажира.

ЦС определяет присутствие/отсутствие пассажира в каком-либо туалете на основе соответствующего сигнала (закрытый/открытый) от цифрового замка туалетной двери, который в свою очередь имеет в простейшем виде замыкаемую электрическую цепь при закрытии туалета внутренним ключом. В данной ЭСУОБТ цифровой кодовый замок туалетной двери содержит программное обеспечение, работающее как виртуальный пульт оператора в популярной схеме системы управления очередью. В случае если все туалеты самолета в данный момент заняты, ЦС соответственно вычисляет наименьшую очередь к одному из них. В результате выполнения описанного алгоритма определяется количество ожидающих пассажиров у каждого туалета. На основе полученного результата ЦС направляет пассажира к туалету с наименьшей загруженностью. В итоге, на экране кли-

ент-сервера появляется виртуальный талон, содержащий вышеупомянутую информацию на фиг.2.

На фиг.3 видно, что как только освобождается ранее назначенный данному пассажиру А16 туалет, ЦС получает от цифрового замка туалетной двери сигнал о выходе предыдущего пользователя из туалета. Следовательно, на экране клиент-сервера показывается вызов к освободившемуся туалету. Такой вызов можно поддерживать голосовым сигналом, передаваемым с помощью периферийных устройств, таких как наушники и вспышкой на экране.

В случае, если какой-либо другой туалет будет освобожден раньше предполагаемого времени пассажиру, ожидающему своей очереди выходит повторной вызов с обновленным номером туалета и ПИН-кода.

Как показано на рис. 4, цифровой замок туалетной двери имеет встроенное или отдельное устройство отображения информации об очереди, дополнительно показывающее обратный отчет времени, за которое пассажиру нужно ввести выданный ему ПИН-код. Требуемые цифровые замки уже существуют в серийном производстве в настоящее время.

Администратор ЭСУОБТ представляет собой сервер экипажа, который предназначен для удаленной настройки, администрирования и мониторинга основных компонентов ЭСУОБТ, например, для контроля операций закрытия или открытия замков туалетов при взлете, наборе и снижении высоты и посадке.

Для поддержания отказоустойчивости ЭСУОБТ используется система резервного копирования. Она предназначена для записи, хранения резервных копий БД, настроек ЭСУОБТ и т.д.

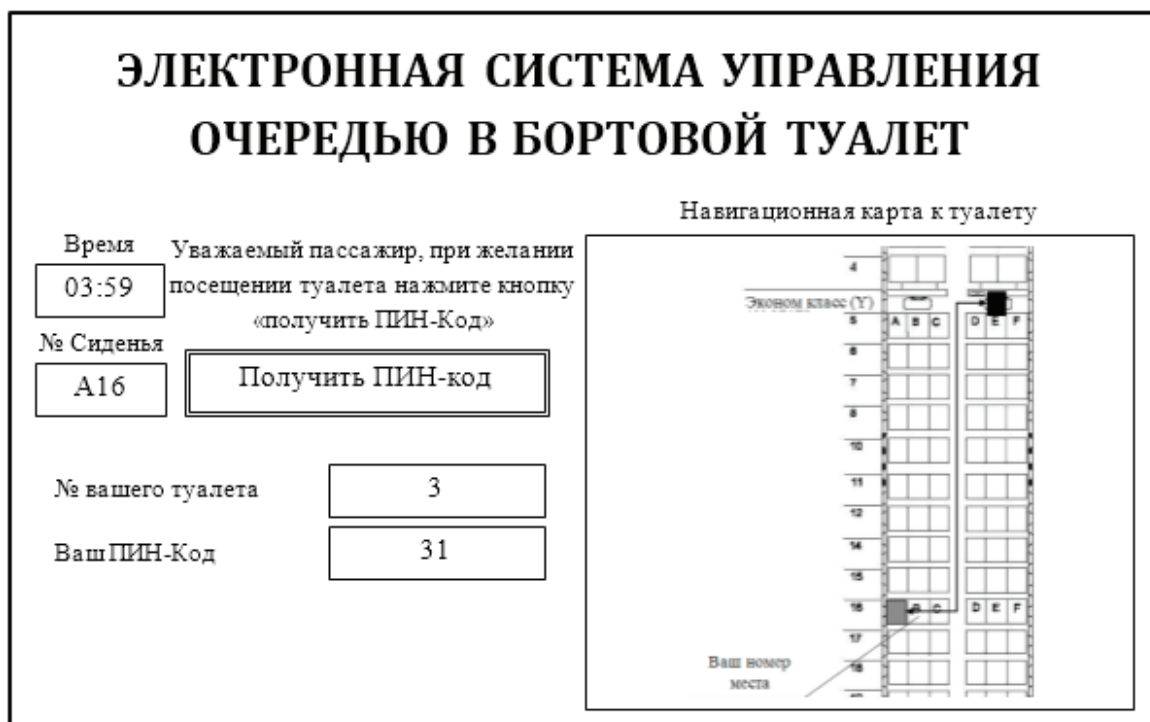


Рис. 2. Виртуальный интерфейс ЭСУОБТ

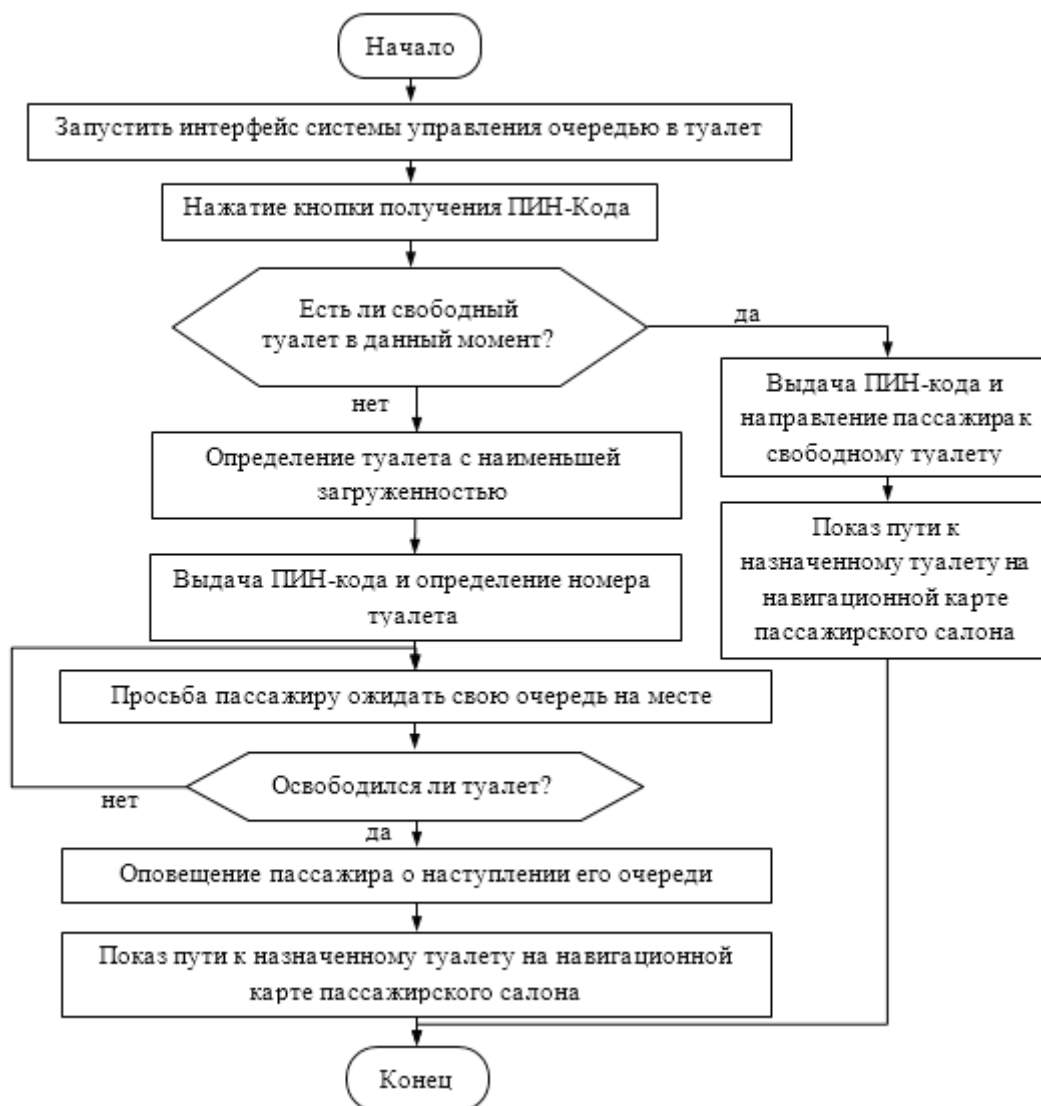


Рис. 3. Блок-диаграмма процесса направления пассажира к свободному туалету

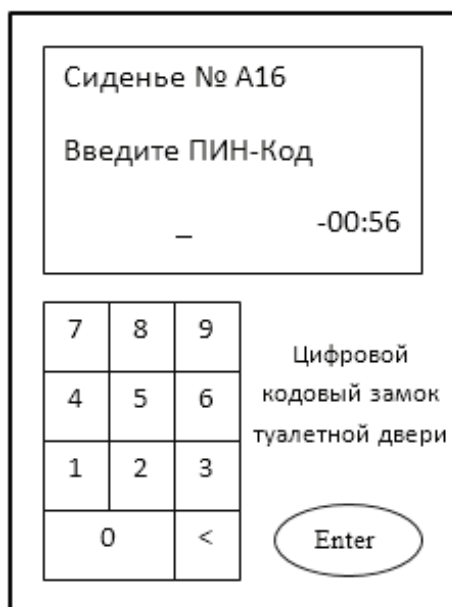


Рис. 4. Цифровой замок туалета, содержащий программный модуль управления входом в него

Под редакцией: Григорьева Т.Е., кандидата филологических наук

4. Заключение

Значительный рост числа перевозимых на борту гражданских самолетов пассажиров вызывает необходимость регу-

лирования оптимального использования бортовых туалетов. В данной статье была предложена электронная система управления очередью в бортовой туалет, за счет которой достигается максимальный комфорт для всех пассажиров.

Предложенная система прокладывает путь к осуществлению перспективных автономных пассажирских салонов для будущих воздушных судов.

Литература:

1. Ба Зухаир Мохаммед Ахмед, Патент РФ 149140, 3D видеодисплей и способ дистанционного управления для системы бортовых развлечений, G09G5/00 (2006.01), приоритет 03.12.2013.
2. Edo Vincent Hoekstra, патент US 20120154169 A1, Toilet management systems, methods, and techniques, дата приоритета 15.12.2010, МПК (G08B5/22)

Перспективы энергетического использования торфяных ресурсов Еврейской автономной области

Бирюков Алексей Федорович, студент

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема (г. Биробиджан)

Актуальность работы заключается в необходимости использовать огромные запасы местного торфа в условиях зависимости от привозного традиционного углеводородного топлива, постоянном росте цен на него. Произведен анализ торфяного сырья и оценена возможность его переработки для получения торфяных топливных брикетов.

Ключевые слова: торф, топливные брикеты, торфяные месторождения, теплотехнические характеристики, энергетика.

На сегодняшний день поиском новых источников энергии, в том числе возобновляемых, занимаются многие страны мира. Вызвано это истощением традиционного углеводородного топлива, а также его высокой стоимостью. Получение энергии сопровождается нанесением огромного вреда окружающей среде. Один из вариантов снижения данного вреда — взглянуть по-новому на уже известные виды топлива, например, торф. Российская Федерация обладает огромными запасами торфяных ресурсов. Большая часть торфа находится в первозданном виде, в то время как другие страны активно используют его для внутреннего потребления и отправляют на экспорт.

Опыт применения торфа в энергетике достаточно обширен, торфяная отрасль имела свои взлеты и падения. В мае 1913 г. была построена первая в мире торфяная электрическая станция «Электропередача». Полученный опыт эксплуатации этой станции был положен в план ГОЭЛРО, который был принят в декабре 1920 г. Согласно плану ГОЭЛРО планировалось строительство электростанций, работавших на местном топливе, для многих районов страны таким топливом был торф. В результате в 1930 г. на торфяных электростанциях сгенерировано 40% электроэнергии, в 1940 г. эта цифра

составляла 20%. Таким образом, третья часть индустриализации выполнена за счет электроэнергии на торфе. После окончания Великой Отечественной Войны производится разработка крупных торфодобывающих площадей для электростанций. Были построены Псковская, Смоленская, Череповецкая ГРЭС, произведена модернизация блоков Шатурской ГРЭС. Добыча торфа с 21,5млн. тонн в 1944 г. возросла до 50млн. тонн в конце 80-х годов, из них 50% использовалась в энергетике, 50% — в сельском хозяйстве. В 80-е годы проводятся первые опыты создания топливных смесей — торф с отходами деревообрабатывающей, сельскохозяйственной промышленности, проверялась возможность формирования топливных брикетов из торфа и угольной смеси.

Однако, в период с 1992 года по настоящее время торфяная промышленность пережила ряд потрясений, которые поставили часть предприятий на грань выживания, другие прекратили свое существование. Произошло переоборудование ряда электрических станций для работы на природном газе, отказ сельскохозяйственных производителей от торфа ввиду резкого сокращения государственной поддержки сельского хозяйства. Не решаются проблемы, накопленные в 90-е годы, без чего не может быть восстановлена торфяная промышленность.

В настоящее время на территории ЕАО известно 61 учтенное торфяное месторождение, 55 из которых с запасами более 100 тыс. тонн при условной 40% влажности категорий А+В+С1 – 19,34 млн. тонн, категории С2 – 40

млн. тонн. Месторождения торфа находятся в равнинной части территории области. Наиболее крупные месторождения, их категории и запасы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные торфяные месторождения ЕАО.

№ п.п	Месторождение	Категория	Запасы, тыс.тонн
1	Джаварга	АВС1+С2	12040
2	Киргинское	АВС1	6672
3	Щукинское-2	АВС1	4024
4	Медвежье	АВС1	1236
5	Угринское	АВС1+С2	4779
6	Щукинское-1	С2	2072
7	Прогнозных	-	14700

На месторождениях развит низинный тип залежи торфа. Средняя мощность пласта 0,57–2,1м. Часть месторождений частично или полностью находятся на территории государственных природных заповедников и заказников

Согласно проведенным лабораторным исследованиям торфяников Киргинское и Джаварга, выявлены теплотехнические характеристики, сведенные в таблицу 2.

Таблица 2. Теплотехнические характеристики образцов торфа.

№ п.п	Характеристики	Единицы измерения	Показатель
1	Степень разложения растительных остатков	%	26–39
2	Содержание углерода в горючей массе топлива	%	56,7–59,8
3	Теплота сгорания при исследовании свойств в лабораторных условиях (сжигание в калориметрической бомбе)	МДж/кг	22,5–25,5
4	Низшая теплота сгорания	МДж/кг	3,5
5	Влажность в условиях естественного залегания	%	61,7–84,8
6	Зольность	%	26–37
7	Вредные выделения, превышающие предельно допустимые концентрации	-	не выявлено

Расчетная теплотворная способность брикетов при $Q_{max} = 23$ МДж/кг представлена на рисунке 1. По вели-

чине теплоты сгорания торф месторождений области приближается к показателям бурого угля Ушумунского разреза.

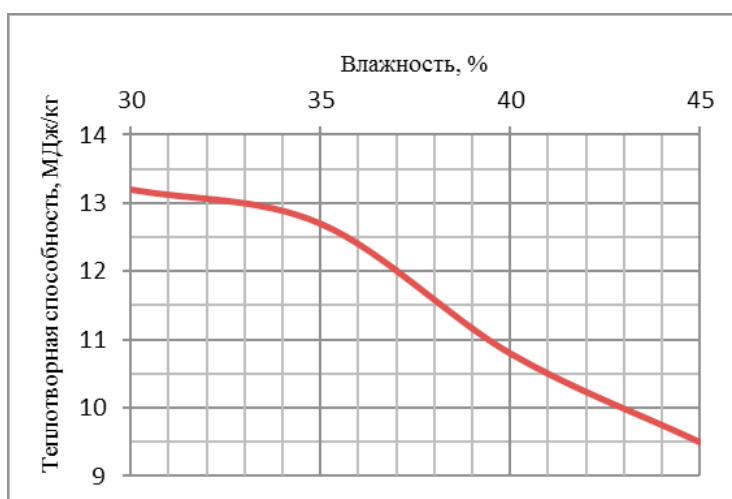


Рис. 1. Зависимость теплотворной способности от влажности торфа

Таким образом, торф месторождений пригоден для изготовления топливных брикетов с плотностью 650–750 кг/м³, прочностью до 5 МПа. Усадка образцов при 20% влажности не более 32%. После снижения в рабочей массе содержания влаги до 48%, торф месторождений ЕАО соответствуют требованиям стандартов к торфу как топливному сырью.

Имеющиеся запасы торфяных залежей области, технологические результаты исследований и расчеты теплот-

ворной способности будущего топлива дают основание говорить о возможности широкого применения торфяных топливных брикетов в качестве топлива на малых котельных, в индивидуальных отопительных печах. Это позволит снизить зависимость региона от внешних поставок угля и мазута, уменьшить выбросы в окружающую среду, создать новые рабочие места.

Литература:

1. Марков, В.И. Периоды развития торфяной промышленности России // Труды Инсторфа: журнал — выпуск № 6 (59) — Тверь: ТГТУ, 2012. с 10–21.
2. Региональная программа «Развитие производства торфобрикетов в качестве топлива — энергетического сырья» Утв. постановлением правительства ЕАО от 6 апреля 1999 г. № 31.
3. Канделя, М. В., Канделя Н. М., Рябченко В. Н., Шилько П. А. Совершенствование заготовки и использования торфа путем применения универсального пресс — экструдера. Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве // Сборник научных трудов. — выпуск № 19-Благовещенск: ДальГАУ, 2012. с 32–38.
4. <http://www.xumuk.ru/teplotehnika/042.html>

Программное обеспечение и самостоятельная работа студента

Бурулько Лев Кириллович, кандидат технических наук, доцент;
Воронина Наталья Алексеевна, кандидат технических наук, старший преподаватель
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Современная система образования опирается на концепцию образование в течение всей жизни [1]. Определяется это тем, что производство знаний идет большими темпами и с большей производительностью, чем их потребление обществом. Выход из создавшейся ситуации — это кардинальный пересмотр технологии реализации образовательного процесса. Новая образовательная среды предполагает создание системы подготовки специалистов, которые получили бы по окончании вуза универсальные навыки и знания, и могли бы постоянно самостоятельно учиться и адаптироваться к изменениям производства и сфер деятельности [2]. Основой данной среды — это разработанный и представленный в соответствующей форме учебный теоретический материал, индивидуальные задания и упражнения для самостоятельной проработки с обязательной проверкой и контролем, приобретенных в процессе обучения знаний, и подсистема контроля качества знаний.

Базой для формирования новой образовательной среды, как показывает опыт ТПУ, а в частности Энергетического института, является использование программного обеспечения в учебном процессе. Программное обеспечение при использовании в учебном процессе можно подразделить на *системное и прикладное программное обеспечение*.

Системное программное обеспечение — это комплекс программ, которые обеспечивают эффективное управление компонентами вычислительной системы, такими как процессор, оперативная память, каналы ввода-вывода, сетевое оборудование, выступая как «межслойный интерфейс» с одной стороны которого аппаратура, а с другой приложения пользователя.

Прикладное программное обеспечение — это прикладная программа, предназначенная для выполнения определенных пользовательских задач и рассчитанная на непосредственное взаимодействие с пользователем. В большинстве операционных систем прикладные программы не могут обращаться к ресурсам компьютера напрямую, а взаимодействуют с оборудованием и прочим посредством операционной системы.

Использование соответствующего системного программного обеспечения положено в основу локальной компьютерной сети Энергетического института ТПУ. В данной сети размещены образовательные электронные издания (ОЭИ), разработанные преподавателями института. Студенты имеют возможность изучить и при необходимости скопировать для самостоятельной проработки, теоретические материалы по дисциплинам образовательной программы соответствующего курса и семестра обучения. А так же они могут воспользоваться необхо-

димым пакетом прикладной программы для выполнения индивидуального задания, решения комплекса задач и разработки, необходимых для него пользовательских программ и математических моделей.

Наиболее эффективным, на наш взгляд, для усвоения самостоятельно студентом научных знаний является применение пакетов прикладных программ (ППП) в учебном процессе. Эффективность проявляется в том, что для студента имеется возможность более быстрого усвоения и в большем объеме знаний. Кроме этого студент, овладевший значительным количеством ППП, будет более конкурентоспособным и успешным на рынке труда. В архитектуре всех пакетов прикладных программ лежит метод компьютерного моделирования, основой которого является математическое моделирование.

В учебном процессе Томского политехнического университета используется более сотни программных продуктов. В их число входят популярные офисные продукты (Word, Excel, PowerPoint, Corel Draw, Photoshop). Системы автоматизированного проектирования общего назначения (AutoCad, P-CAD, Accel EDA, Electronics Workbench, Microcar и др.), узкоспециализированные САДы и моделирующие программы (Code Composer Studio, Mustang, Dakkar, TKZ3000, Genie и др.), математические продукты (MathCAD, MatLAB), системы программирования (Delphi, Builder C++ и др.). Разработанные непосредственно для учебного процесса прикладные программы для моделирования и расчета процессов в электротехнике, электромеханике и электроэнергетике.

В зависимости от направления подготовки специалистов, а конкретно «Электроэнергетика и электротехника», используются преимущественно следующие программные пакеты: Electronics Workbench, Excel, ELCUT, MathCAD, MATLAB, P-CAD, T-Flex [3,4]. Набор данных прикладных программных пакетов определяется теоретическим материалом, изучаемых в указанном направлении дисциплин и практическими задачами, решаемыми при исследованиях процессов и объектов электроэнергетических и электромеханических систем.

Навыки по использованию указанных ППП в учебном процессе и в самостоятельной деятельности формируются у студентов на первом и втором курсах. Для этого в учебные планы в образовательные программы Энергетического института ТПУ введены новые специализированные учебные дисциплины, а именно: «Программное обеспечение профессиональной деятельности» и «Методы и средства автоматизации профессиональной деятельности». Основная часть времени (2/3) аудиторных занятий в данных дисциплинах отведена лабораторным (практическим) занятиям. Тематика лекций первой дисциплины посвящена архитектуре построения прикладных программных пакетов Electronics Workbench, Excel, ELCUT, MathCAD, MATLAB, характеристикам и возможностям каждого из этих пакетов для решения электротехнических задач, на примере однозвенного фильтра низких частот. Тематика лекций второй дисциплины на-

правлена на возможности реализации методов моделирования каждым из вышеперечисленных программных пакетов, разработке в их среде пользовательских программ и моделей. При этом основное внимание уделяется методам вычислительной математики, а именно: методам численного решения алгебраических и дифференциальных уравнений.

Современные выпускники школ не владеют умениями самостоятельного познания [5]. Поэтому при разработке учебных пособий [3,4] применен и использован первый уровень познавательной самостоятельности. Для этого уровня характерным является то, что студент должен более или менее точно воспроизвести знания и приемы, которые он получил из учебного пособия. В этих пособиях, прежде всего, приведены: описания прикладного программного пакета и указания по формированию и разработки в нем пользовательской программы или математической модели; образцы выполненных заданий, входящих в лабораторную работу и методические указания к выполнению работы. Таким образом, имея образец выполненного задания, студент воспроизводит самостоятельно компьютерное моделирование и исследование процесса, явления или объекта.

Второй уровень познавательной самостоятельности студенты приобретают при выполнении индивидуальных заданий (ИДЗ), написании рефератов и выступлениях на конференц-неделях. Этот уровень, называемый *продуктивным*, характеризуется тем, что требует от студентов некоторой умственной переработки знаний, полученных при выполнении лабораторных работ, с использованием прикладного программного пакета. Это определяется тем, что необходимо при выполнении ИДЗ выбрать самостоятельно ППП, метод и прием изучения явления или объекта, определенных заданием, темой реферата или выступлением. При этом, как правило, возникает необходимость в изучение и синтезе знаний полученных из других источников.

Третий уровень познавательной самостоятельности студентов формируется на старших курсах. Этот уровень принято считать *творческим* [5]. Он характеризуется глубокой умственной переработкой приобретенных знаний при изучении таких дисциплин как «Математическое моделирование электромеханических систем», «Математическое моделирование в электроприводе» «Математическое моделирование в электротехнике». При этом исследования явлений, процессов в электромеханических системах, в электрических цепях и установках реализуются с использованием ППП MathCAD (версии ПО 14 или 15), MatLAB (приложение Simulink) (версия ПО 7.1).

При выполнении лабораторных работ по данным дисциплинам основное внимание студентов направлено на использование различных методов решения систем дифференциальных уравнений с помощью интегрированного пакета MathCAD, и на структурное и имитационное моделирование в MatLAB/Simulink.

В дисциплинах «Микропроцессоры и микро ЭВМ в системах управления», «Микропроцессорные средства управления электроприводами и технологическими комплексами», «Векторное управление электроприводами переменного тока», «Цифровые системы управления электроприводами» при разработке математических моделей электроприводов и их систем управлений используются прикладными программами MathCAD (версии ПО 14 или 15), MatLAB (приложение Simulink) (версия ПО 7.1).

Дисциплины «Компьютерные технологии в науке и образовании» и «Имитационное моделирование электромеханических систем» изучают магистры и основная цель — это научить студентов применению и использованию компьютерных технологий для глубокого изучения физических явлений в электромеханических и энергетических системах и осуществлять необходимые исследования с получением количественных результатов.

В заключении хотелось бы отметить, что все модели, разрабатываемые студентами в индивидуальных зада-

ниях при изучении материалов перечисленных дисциплин, и используемые на лабораторных и практических занятиях, являются базой при выполнении курсового и дипломного проектирования.

Пакеты прикладного программного обеспечения, как показывает опыт использования их в учебном процессе Энергетического института ТПУ на кафедре Электропривод и электрооборудование, позволяют организовать самостоятельную работу студентов, отвечающую ее основным признакам [5]:

1. наличие цели работ;
2. наличие при выполнении мыслительных и моторных действий;
3. непосредственное и опосредованное руководство со стороны преподавателя;
4. вариативность заданий с учетом индивидуальных особенностей студентов, их подготовленности;
5. направленность на развитие познавательной самостоятельности;
6. наличие умственного напряжения.

Литература:

1. <http://www.lll-c.com/LLLConcept/> e-mail: info@lll-c.com |
2. Решетова, З.А. Формирование системного мышления в обучении: Уч. Пособие для вузов. — М.: ЮНИТИ-Дала, 2002 г. — 344 с.
3. Глазырин, А.С. Методы и средства автоматизации профессиональной деятельности. Ч.1: учебное пособие /А.С. Глазырин, Д.Ю. Ляпунов, И.В. Слащев, С.В. Ляпушкин; под общ. Ред. А.С. Глазырина. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. — 199 с.
4. Глазырин, А.С. Методы и средства автоматизации профессиональной деятельности. Ч.2: учебное пособие /А.С. Глазырин, Д.Ю. Ляпунов, И.В. Слащев, С.В. Ляпушкин; под общ. Ред. А.С. Глазырина. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. — 173 с.
5. Богдавленская, А.Е. Развитие познавательной самостоятельности студентов при модульно-блочном обучении дидактике: Учебное пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — Тверь. Твер. гос. ун-т. 2005. — 140 с.

Технология ремонта корпуса автосцепки СА-3 грузового вагона

Бычковский Владимир Сергеевич, студент;
 Карпов Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент;
 Филиппенко Николай Григорьевич, кандидат технических наук, доцент
 Иркутский государственный университет путей сообщения

В данной статье рассмотрена технология ремонта корпуса автосцепки СА-3 грузовых вагонов. Описаны назначения данной детали, существующие допустимые и недопустимые дефекты. Причины появления этих дефектов. Порядок технологического процесса, порядок ремонта ударной поверхности малого зуба.

Автосцепка — автоматическое сцепное устройство, которое осуществляет сцепление единиц подвижного состава без участия (либо при минимальном участии) человека. Чаще всего применяется для железнодорожного подвижного состава (вагоны, локомотивы) друг с другом.

Вагоны и локомотивы магистральных железных дорог РФ оборудованных автоматической сцепкой СА — 3

(советская автосцепка, третий вариант), утвержденной в 1934 г. в качестве типовой.

Корпус автосцепки СА — 3 предназначен для передачи ударно — тяговых усилий упряжному устройству и для размещения механизма. Корпус представляет собой стальную полуотливку, которая состоит из головной части и хвостовика (1). Головная часть имеет большой

(2) и малый (3) зубья, которые, соединяясь, образуют зев. Из зева выступают части деталей механизма — замка (4) и замкодержателя (5) (рис. 1) [1, с. 7].

Горизонтальную проекцию зубьев, зева и выступающей части замка называют контуром зацепления автосцепки. Для обеспечения взаимосцепляемости автосцепок контур зацепления стандартизирован.

Механизм автосцепки состоит из замка, замкодержателя, предохранителя замка, подъемника, валика подъемника (6) и болта с гайкой и двумя стопорными шайбами (7).

Корпуса автосцепки целесообразно изготавливать из низколегированных сталей, например, марганцовистой марки 20ГЛ, ванадиевой 20ФЛ, марганцовистой — ванадиевой 20ГФЛ. Эти стали отличаются от обычной углеродистой большим временным сопротивлением и пределом текучести, обладают достаточной ударной вязкостью, хорошей свариваемостью и имеют невысокую стоимость. Корпус автосцепки из стали марки 20ГФЛ имеет предел выносливости на 50% больше, чем из углеродистой стали [2, с. 215].

Основными факторами, действующими на автосцепное устройство и вызывающее его повреждение, являются:

- износы из-за постоянного трения деталей друг о друга;
- нарушение технологии изготовления и ремонта;
- большие перепады температур;
- незащищённость деталей от попадания в зоны трения абразивных частиц.

Автосцепное устройство при работе испытывает значительные нагрузки, действующие в различных плоскостях. Сложное конструктивное исполнение деталей и их геометрических форм требует повышение уровня технологии изготовления, ремонта, система контроля и испытаний.

Значительные продольные и поперечные нагрузки на автосцепку появляются при входе состава в кривые участки пути или выходе из них, при переломах профиля железнодорожного полотна, на сортировочных станциях и горках, при начале движения и торможения. Перегрузки в материале деталей автосцепки также возникают от несинхронности колебаний сочлененных вагонов. Возможны саморасцепы вагонов, появление деформаций в отдельных деталях устройства, отколов, трещин и других повреждений, включая разрушения.

Сложный профиль многих деталей также является естественным источником концентрации внутренних напряжений, особенно в переходных поверхностях.

Перечень дефектов корпуса автосцепки подлежащих ремонту (рис. 2):

1) наплавка изношенной торцевой поверхности хвостовика, дефект 1, если длина хвостовика менее 645 мм для автосцепок СА-3. После наплавки длина хвостовика должна быть не менее 650 мм;

2) наплавка изношенных поверхностей хвостовика, дефект 2 и дефект 3, при глубине износа от 3 мм до 8 мм.

3) заварка трещины в хвостовике на участке от головы автосцепки (включая переходную зону) до отверстия под клин тягового хомута суммарной длиной до 100 мм у корпусов, проработавших свыше 20 лет и не более 150 мм

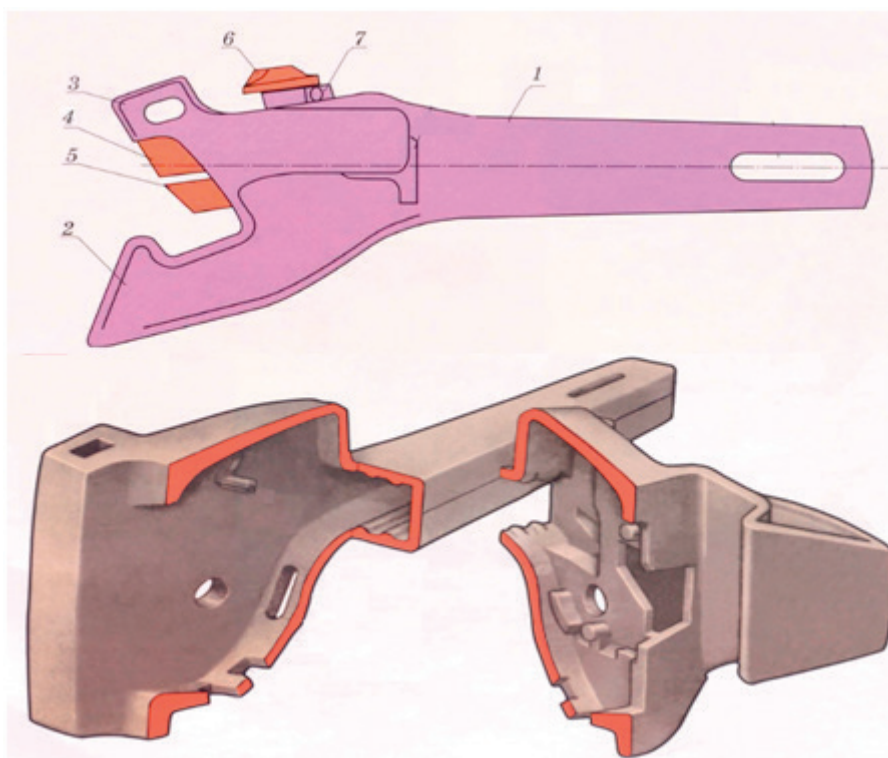


Рис. 1. Корпус автосцепки в сборе

для остальных корпусов. Ранее разделанные и заваренные трещины учитываются, если по этой заварке возникла повторная трещина. В этом случае в суммарный размер трещин включается вся длина ранее выполненной заварки; дефект 4.

4) наплавка изношенных тяговых поверхностей малого, дефект 8 и большого зуба, дефект 5. Наплавка ударной поверхности малого зуба, дефект 7, и зева, дефект 6, при условии, что износостойкость или твердость нанесенного слоя металла при устранении дефектов 5; 7;8, должна быть не менее 250 НВ для грузовых и не менее 450 НВ — для рефрижераторных вагонов. Глубина износа от 3 мм до 8 мм.

5) заварка трещин в углах окон для замка и замкодержателя дефект 9, при условии, что после разделки они не выходят:

— в верхних углах окна для замка на горизонтальную стенку поверхности головки;

— в верхнем углу окна — за верхнее ребро со стороны большого зуба.

В нижних углах окна для замка и замкодержателя, длина этих трещин не должна превышать 20мм.

Заварку трещин производить с местным предварительным подогревом до температуры 200–250°С.

Указанные трещины допускаются быть сквозными.

Схема технологического процесса ремонта корпуса автосцепки представлена на рис. 3.

В схеме: 1 — ремонт сваркой, наплавкой корпуса автосцепки; 2 — контейнер для мелких деталей; 3 — металллом; 4 — разделка трещин; 5 — очистка поверхностей под наплавку.

Рассмотрим на примере ремонта ударной поверхности малого зуба (дефект 7 рис. 2). Данный дефект представляет плоскость размером 65х446 мм.

Порядок ремонта:

1) Подготовительная операция

Подготовка изношенной поверхности под наплавку заключается в очистке поверхности от загрязнений, продуктов коррозии и удаления наплывов металла, вызванных пластической деформацией под нагрузкой. Очистка должна производиться до чистого металла (Rz 320). Наплывы должны сниматься ручной пневмошлифовальной машинкой ИП 2014Б или срубаться.

2) Наплавочная операция

Для восстановления ударной поверхности малого зуба корпуса автосцепки применяем стальную проволоку Св-12Х15Г2 диаметром $d_{\text{п}}=1,4$ мм в защитном газе (аргон первого сорта). Твердость наплавки (400–500 НВ) по сравнению с твердостью основного металла (около 207 НВ), что дает хорошую износостойкость и обеспечивает увеличение ресурса работы детали. Для наплавки применяем полуавтоматы с четырех роликовыми механизмами подачи проволоки ПДГО-527–4К в комплекте со сварочным выпрямителем ВДУ-505.

Толщину наносимого слоя определяют по формуле

$$A_{\text{сл.}} = \Delta u + Z_{\text{пр}} = 8 + 4 = 12 \text{ мм},$$

где Δu — величина допустимого износа детали, $\Delta u=8$ мм;

$Z_{\text{пр}}$ — припуск на последующую механическую обработку, $Z_{\text{пр}}=4$ мм.

Режимы наплавки стальной проволокой Св-12Х15Г2[3, с. 27]: сварочный ток $I_{\text{св}} = 354$ А (постоянный обратной полярности); напряжение дуги $U_{\text{д}} = 30 \div 32$ В; расход газа $Q(\text{Ar}) = 20 \div 22$ л/мин; вылет электродной проволоки 15–25 мм; скорость наплавки $V = 19$ м/ч.

3) Контрольная операция

После проведения сварочных работ электросварщик должен отбить шлак и проконтролировать качество сварочных

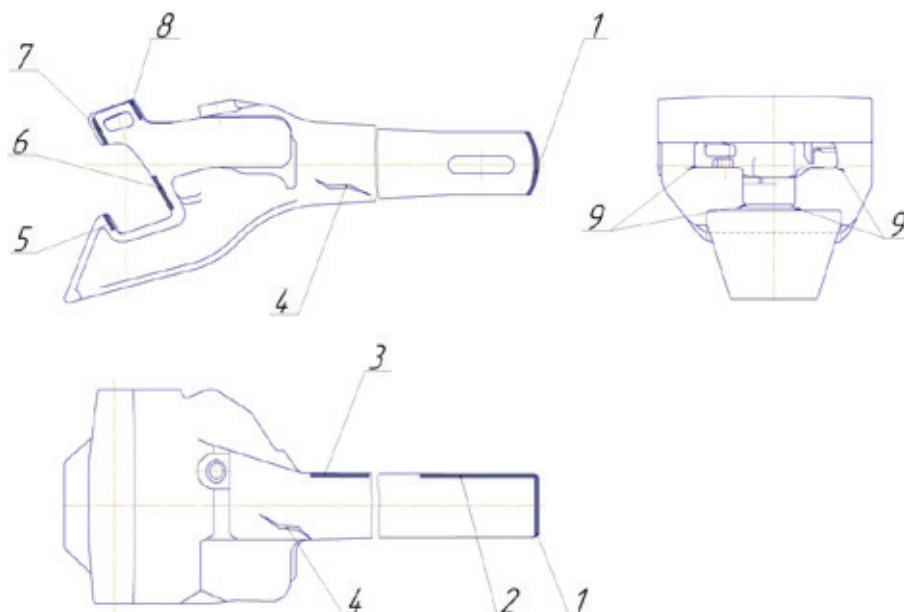


Рис. 2. Дефекты корпуса автосцепки

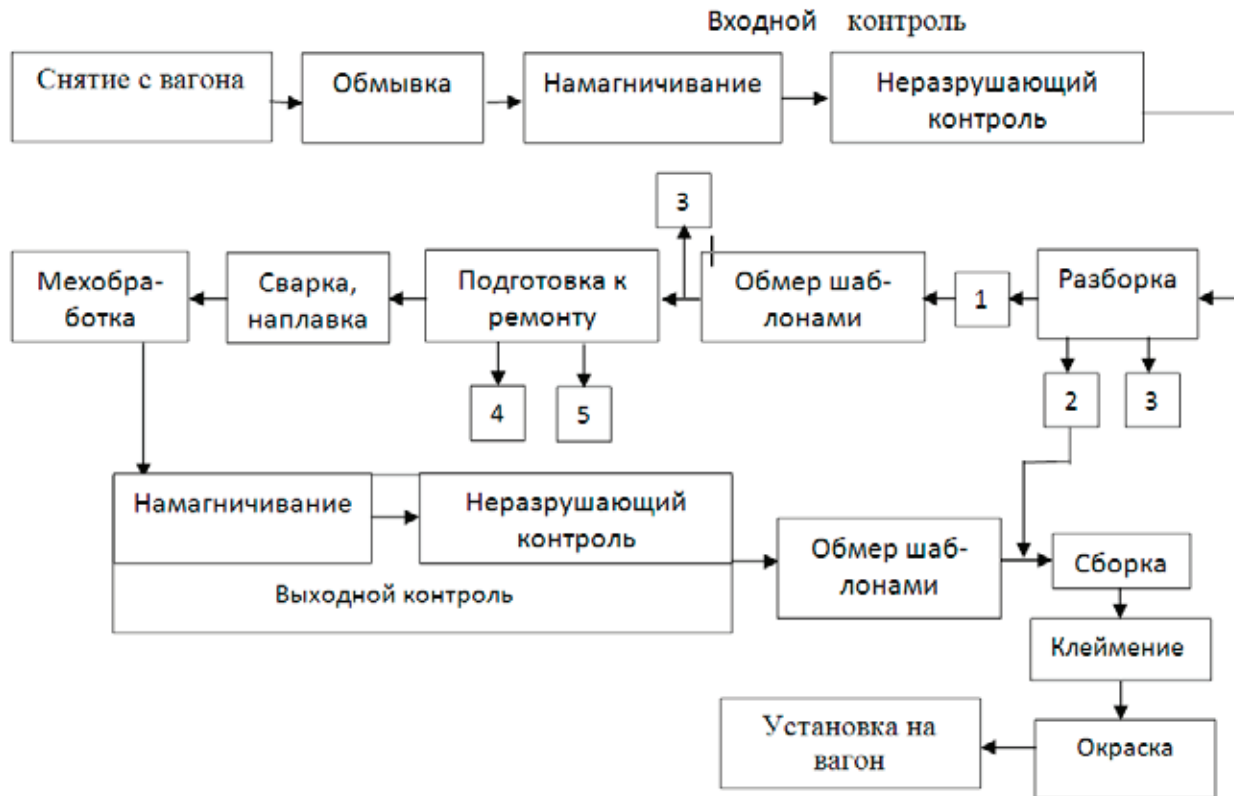


Рис. 3. Схема технологического процесса ремонта корпуса автосцепки

швов визуально. Поры, шлаковые и металлические включения, раковины, наплывы, подрезы, свищи, прожог, трещины в сварном шве и на основном металле не допускаются.

4) Фрезерная операция

Фрезерование наплавленного слоя производим на вертикально-фрезерном станке ГФ3571. С применением торцово-конической фрезы тип: T475 SM-D050-56-3-32-13 [4, с. 33] (рис. 4). Параметры фрезы $D=50$ мм, $D_1=106$ мм, $D_3=78$ мм, $L=92$ мм, $a_p=70$ мм, $K_0=70^\circ$, число зубьев $z=3$.

Режимы резания [5, с. 140]: обработка черновая, глубина резания 4 мм; оборотная подача $f_n = 0,96$ об/мин;

действительная скорости резания $V_{co} = 210$ м/мин; частота вращения шпинделя $n = 840$ об/мин; основное время при фрезеровании $T_o = 0,63$ мин.

Схема фрезерования представлена на рис. 5.

Таким образом, в результате проведенных работ, была внедрена проволока Св-12Х15Г2 для наплавки изношенных поверхностей, что позволило увеличить ресурс работы корпуса автосцепки за счет увеличения износостойкости. Был применен прогрессивный режущий инструмент, для увеличения скорости обработки и точности обрабатываемой поверхности.

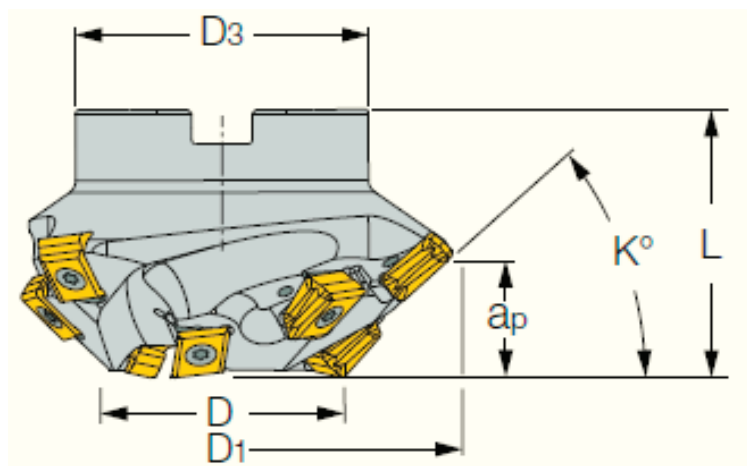


Рис. 4. Торцово-коническая фреза T475 SM-D050-56-3-32-13

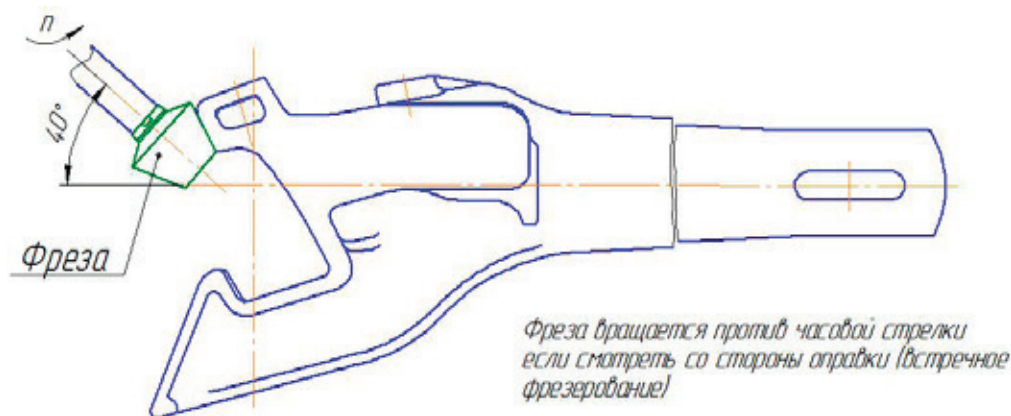


Рис. 5. Схема фрезерования ударной поверхности малого зуба

Литература:

1. Конструкция и ремонт автосцепного устройства подвижного состава железных дорог России. Учебное иллюстрированное пособие для колледжей и техникумов ж. — д. транспорта./ Б. В. Быков. Москва 2005
2. Конструкция вагонов. Учебник для колледжей и техникумов ж. — д. транспорта. 2-е изд./ И. Ф. Пастухов, В. В. Пигунов, Р. О. Кошкалда. Издательство «Маршрут» Москва 2004. — 498 с.
3. Расчет режимов электрической сварки и наплавки. Методическое пособие./ Э. Г. Бабенко, Н. П. Казанова. Хабаровск 1999. — 54 с.
4. ISCAR New Products 2015 Milling. — 84 с.
5. Сменные пластины и инструмент САНДВИК-МКТС. Москва 2000. — 172 с.

Сравнительный анализ гидроакустических модемов¹

Вершинин Александр Сергеевич, кандидат технических наук, программист
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В статье приведен сравнительный анализ существующих на рынке гидроакустических модемов. Представлены результаты экспериментальной проверки отечественного гидроакустического модема. Приведены теоретические расчеты дальности действия разработанного гидроакустического модема.

Ключевые слова: гидроакустический модем, эксперимент, автономный необитаемый подводный аппарат, модуляция.

В настоящее время в подводной среде передача информации осуществляется с помощью акустических волн. Актуальность создания надёжной системы передачи информации в подводной среде с помощью акустических волн обусловлена бурным развитием исследований глубин мирового океана с помощью автономных обитаемых подводных аппаратов (АНПА). Для управления подводными аппаратами необходимо организовать беспроводную линию связи под водой, например между надводным судном и АНПА. Для оперативного управления АНПА [1] и передачи телеметрии требуется канал передачи информации не менее нескольких Кб/сек.

Целью статьи является сравнительный анализ существующих модемов и представление результатов экспериментальных исследований отечественного модема нового поколения.

В настоящее время на рынке представлены гидроакустические модемы фирм Aquatec [2, 3], Sonardyne [4, 5], LinkQuest [6–10], Штиль [11–12] и др.

Возможности современных модемов позволяют передавать данные со скоростями до 48 кбит/с на дистанциях до 1–2 км (модем S2CR 40/80 фирмы EvoLogics GmbH), либо до 7–10 км со скоростью 2,5 кбит/с (UWM10000) [13]. В указанных разработках использу-

¹ Работа выполнена за счет средств субсидии в рамках реализации Программы повышения конкурентоспособности ТПУ.

ются фазовая манипуляция, запатентованная технология модуляции S2C [14], частотная модуляция и др. Заявленные скорости передачи информации достигаются при определённых условиях в гидроакустическом канале. Однако реальные условия разнообразны и такие явления, как рефракция, рассеяние, реверберация и др. [15–18] приводят к тому, что акустический сигнал на приёмной стороне является искажённым. Искажения принимаемого сигнала значительно снижают скорость передачи данных по гидроакустическому каналу.

Одним из путей снижения влияния искажений принимаемого сигнала на качество демодуляции является разработка алгоритмического обеспечения для цифрового синтеза сигналов в передатчике и их цифровой обработки в приёмнике [19]. Таким образом, разработка перспективных и модернизация существующих отечественных гидроакустических модемов для АНПА может быть основана на синтезе сложных сигналов в передатчике и алгоритмов их обработки в приёмнике. В таблице 1 приведен сравнительный анализ гидроакустических модемов.

Основными техническими характеристиками гидроакустического модема являются: дальность действия, скорость передачи данных, полоса частот излучаемых сигналов, центральная частота.

Для оценки ожидаемой дальности действия модема использовались статистические модели зависимости ослабления акустического сигнала с увеличением дистанции

между передатчиком и приёмником, а также статистические модели помех, возникающих в подводной среде. Эти модели использовались для вычисления средней дальности действия модема по совокупности различных реализаций подводного канала.

Расчетная средняя дальность действия модема представлена на рисунке 1.

Предварительные оценки зависимости дальности действия от центральной частоты излучения сигналов показали, что для излучения акустических сигналов целесообразно использовать центральную частоту около $f_o = f_{opt} \sim 9-11$ кГц. На основании этих оценок можно показать, что ожидаемая в среднем дальность действия подводной связи (без учёта зон тени) при акустической мощности излучателя 16,8 Вт составляет:

- около 150 км в подводном звуковом канале (ПЗК).
- от 4 км до 8 км — приповерхностный звуковой канал и мелководье (ППЗК).

Для оценки ожидаемой средней скорости передачи информации выполнялись расчёты на основе соотношений, связывающих скорость передачи информации, полосу частот и скорость кодирования. Для проведения экспериментов в открытом водоеме был использован излучатель с помощью которого можно достичь полосы частот 10 кГц и разработан приемник и передатчик который позволит обеспечить отношение сигнал/шум при котором возможно использование модуляции QAM-16 (4 бита

Таблица 1. Сравнительный анализ гидроакустических модемов

Название	Страна	Модуляция	Параметры	Скорость передачи информации
AQUAmodem (Aquatec)	США	MFSK	Глубина 3000 м дальность 3 км	300 бит/с
UCOM Dir LMF (Sonardyne)	Англия	QPSK	Глубина 3000 м дальность 3 км	10 кбит/с
EvoLogics S2C M Mini	Германия	S2C	Глубина 1000–2000 м Дальность 1000–3500 м	13,9–31,2 кбит/с
Modems S2C R 12/24			Глубина 6000 м Дальность 6000 м	до 9,2 кбит/с
Develogic Modular Hydro Acoustic Modem	Германия	OFDM–MDPSK	Глубина 1950 м 6000 м Дальность 30 000 м	7000 бит/с 3400 бит/с 145 бит/с
Модем Концерн «Океан прибор» НИИ «Штиль»	Россия	OFDM	Дальность 1300 м BER $10^{-3}-10^{-9}$	13,95 кбит/с
Разрабатываемый гидроакустический модем	Россия	QAM	Глубина 6000 м дальность 30 км BER 10^{-6}	до 25,5 кбит/с (но не менее 6,5 кбит/с, зависит от гидроакустического канала)

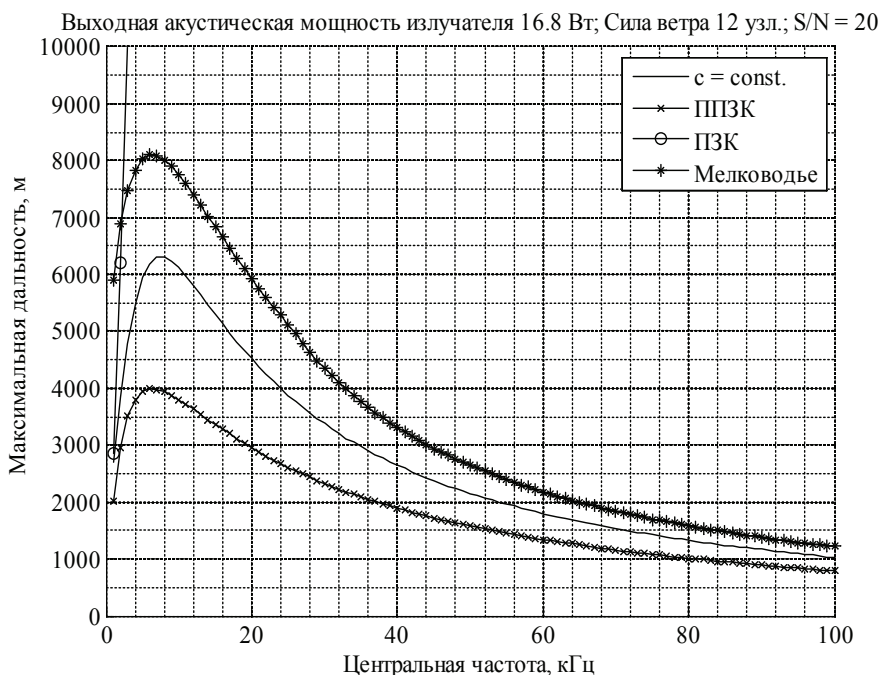


Рис. 1. Зависимость дальности от частоты

в символе), тогда скорость передачи информации = 640 несущих * 4 бита * 16 символов = 40960 бит/секунду = 40 Кб/сек при полосе 10 кГц. Если учитывать помехоустойчивое кодирование со скоростью кодера 2/3, то скорость снизится до 25,5 Кб/сек.

В таблице 2 приведены значения скоростей передачи информации для различной полосы частот в ППЗК.

Моделирование работы и макетирование гидроакустического модема выполнялось для полосы 10 кГц. Существенным ограничением в скорости передачи данных

макета гидроакустического модема является полоса пропускания излучателя. Основные части гидроакустического модема показаны на рисунке 2.

Для экспериментальной проверки прототипа гидроакустического модема был разработан макет, с помощью которого проверялись используемые в модеме алгоритмы цифрового формирования и демодуляции сигналов. Для преобразования аналогового сигнала в акустические колебания использовался излучатель, основанный на пьезо плёнке. Схема эксперимента приведена на рис. 3.

Таблица 2. Параметры гидроакустического модема

Полоса, кГц	Модуляция, скорость кодирования	Скорость передачи информации
2	QPSK, 1/2	1,2 Кбит/сек
4	QPSK, 1/2	2,4 бит/сек
10	QPSK, 2/3	8,0 бит/сек
10	QAM-16, 2/3	25,5 бит/сек



Рис. 2. Основные составные части гидроакустического модема

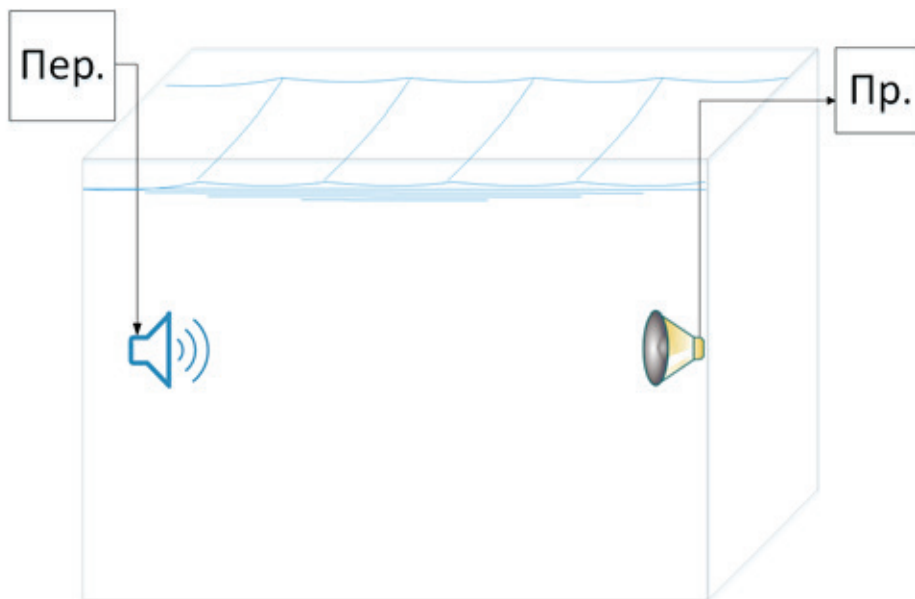


Рис. 3. Схема эксперимента

Проверка разработанного макета осуществлялась в бассейне 25x8x2,5 метров. Для наглядности результатов проверки использовался графический интерфейс, который показан на рис. 4. Расположение передатчика и приемника при экспериментальной проверке модема показано на рис. 5.

При проверке работоспособности модема в бассейне на дальности 25м получены технические характеристики, которые приведены в таблице 3.

Указанные в таблице 3 количественные характеристики отличаются не более чем на 5% от результатов, полученных при моделировании работы алгоритмов гидроакустического модема. Вероятно, это обусловлено не-

совершенством модели гидроакустического канала, которое заключается, прежде всего, в различии значений реальных задержек и амплитуд отражённых сигналов от значений, генерируемых моделью гидроакустического канала.

Испытания макета гидроакустического модема показали, что применяемые математические модели передатчика и приёмника, а также гидроакустического канала позволяют с достаточной для практики точностью оценить ожидаемые скорость передачи данных и битовую вероятность ошибки.

Перспективными направлениями исследований в этой области являются: применение и синтез цифровых способов

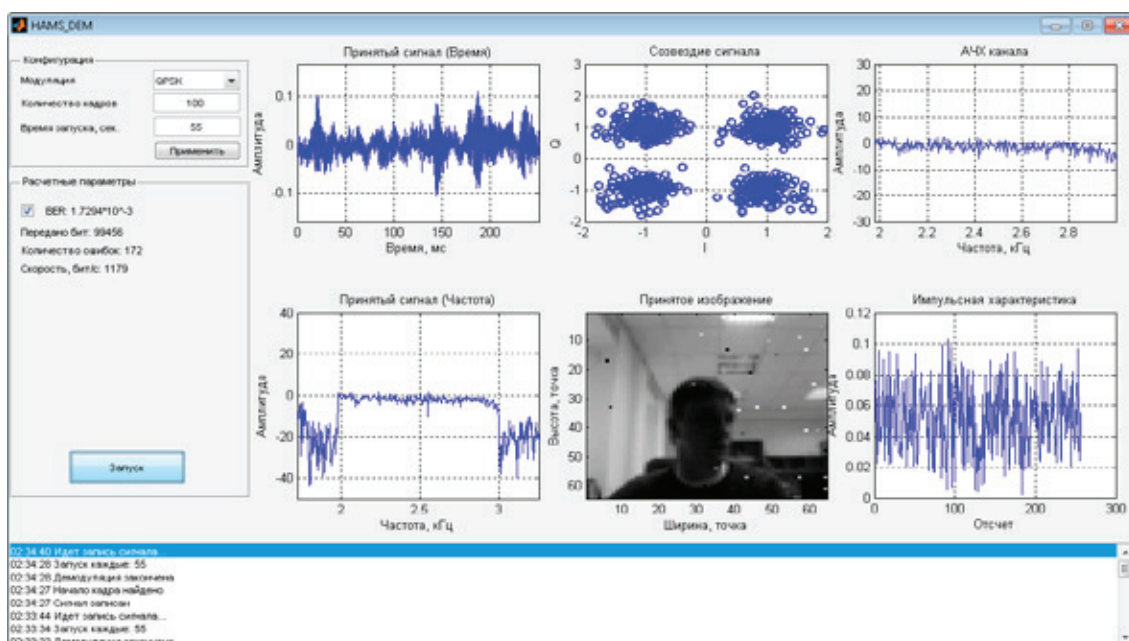


Рис. 4. Фотография результата эксперимента в бассейне 25 м

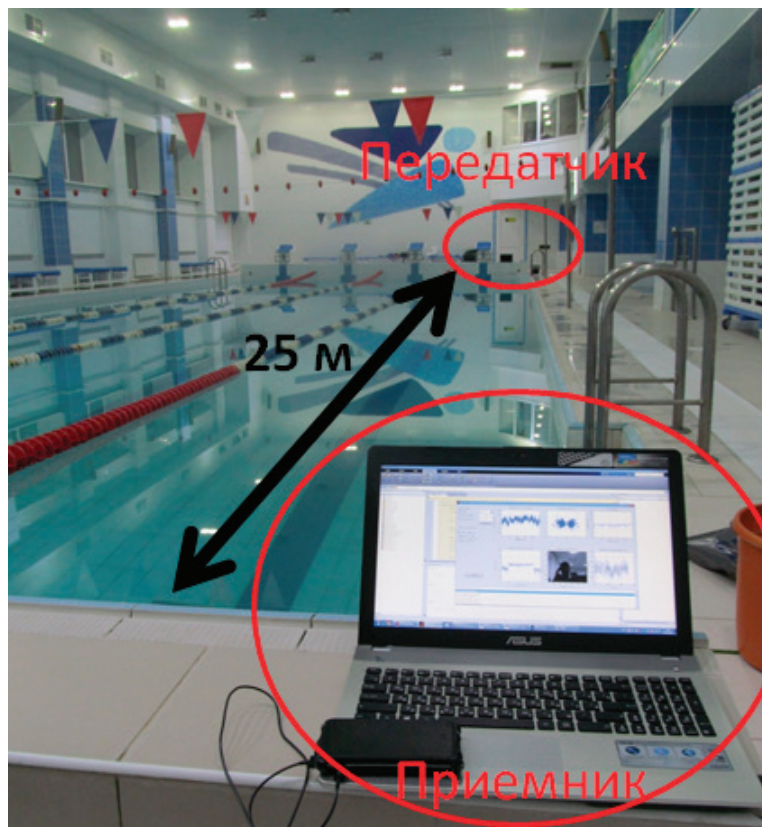


Рис. 5. Фотография эксперимента в бассейне 25 м

Таблица 3. Технические характеристики макета модема в бассейне на дальности 25м

Отношение сигнал/шум, дБ	12
Кол-во ошибок, %	0,2
Полоса сигнала, кГц	1,0
Скорость передачи данных, Кбит/сек	1,2

обработки сигналов, увеличение дальности связи, использование эффективных сигнально-кодовых конструкций, разработка новых принципов организации связи и т.д.

В результате проведенных исследований для разработки модема выбрана многочастотная модуляция, которая позволяет повысить скорость передачи информации

в гидроакустическом канале и устранить искажения из-за многолучевого гидроакустического канала за счет цифровой обработки сигналов. Экспериментальная проверка работоспособности макета гидроакустического модема в бассейне подтвердила адекватность используемых при проектировании математических моделей.

Литература:

1. Лаптин, С. В. Гидроакустическая связь как средство управления силами военно-морского флота. Состояние, перспективы развития. Материалы конференции «Гидроакустическая связь и гидроакустические средства аварийно-спасательного назначения». — 2007.
2. Han, S. et al. Evaluation of underwater optical-acoustic hybrid network // Communications, China. — 2014. — Т. 11. — № . 5. — с. 49–59.
3. Pusey, G., Duncan A. An investigation of oceanographic parameters affecting acoustic modem performance for horizontal data transmission // Underwater Acoustic Measurements: Technologies and Results, Nafplion, Greece. — 2009.
4. Bowen, A. D. et al. An Un-Tethered ROV for Routine Access and Intervention in the Deep Sea.
5. Khalighi, M. A. et al. Underwater wireless optical communication; recent advances and remaining challenges // Transparent Optical Networks (ICTON), 2014 16th International Conference on. — IEEE, 2014. — с. 1–4.
6. Yu, X. Wireline quality underwater wireless communication using high speed acoustic modems // OCEANS 2000 MTS/IEEE Conference and Exhibition. — IEEE, 2000. — Т. 1. — с. 417–422.

7. Wills, J., Ye W., Heidemann J. Low-power acoustic modem for dense underwater sensor networks //Proceedings of the 1st ACM international workshop on Underwater networks. — ACM, 2006. — с. 79–85.
8. Yan, H. et al. A DSP implementation of OFDM acoustic modem //Proceedings of the second workshop on Underwater networks. — ACM, 2007. — с. 89–92.
9. Chitre, M. Underwater acoustic communications in warm shallow water channels //Faculty of Engineering. — 2006.
10. Benson, B. et al. Design of a low-cost underwater acoustic modem //Embedded Systems Letters, IEEE. — 2010. — Т. 2. — № . 3. — с. 58–61.
11. Кранц, В.З., Сечин В.В. О повышении скорости передачи системы связи со сложными сигналами в условиях многолучевого распространения Материалы конференций «Гидроакустическая связь и гидроакустические средства аварийно-спасательного назначения» — 2007.
12. Ефимов, С.Г. Универсальный метод формирования дискретного шумоподобного сигнала с требуемыми параметрами Материалы конференций «Гидроакустическая связь и гидроакустические средства аварийно-спасательного назначения» — 2003.
13. Wang, J. et al. Data collection with multiple mobile actors in underwater sensor networks //Distributed Computing Systems Workshops, 2008. ICDCS'08. 28th International Conference on. — IEEE, 2008. — с. 216–221.
14. Toso, G. et al. Field experiments for dynamic source routing: S2C EvoLogics modems run the SUN protocol using the DESERT Underwater libraries //Oceans, 2012. — IEEE, 2012. — с. 1–10.
15. Lynch, J. F. et al. Acoustic ducting, reflection, refraction, and dispersion by curved nonlinear internal waves in shallow water //Oceanic Engineering, IEEE Journal of. — 2010. — Т. 35. — № . 1. — с. 12–27.
16. Sato, H., Fehler M. C., Maeda T. Seismic wave propagation and scattering in the heterogeneous earth. — Berlin: Springer, 2012. — Т. 496.
17. Smirnov, I.P., Gurbatov S.N., Khil'ko A.A. Formation of high-frequency surface reverberation by excitation of directed acoustic pulses in oceanic waveguides //Radiophysics and quantum electronics. — 2006. — Т. 49. — № . 5. — с. 333–343.
18. Abraham, D. A., Lyons A. P. Reverberation envelope statistics and their dependence on sonar bandwidth and scattering patch size //Oceanic Engineering, IEEE Journal of. — 2004. — Т. 29. — № . 1. — с. 126–137.
19. Antoniou, A. Digital signal processing. — Toronto, Canada.: McGraw-Hill, 2006.

Эффективное предоставление услуг автомобильного сервиса «Ассистанс»

Вылегжанина Татьяна Андреевна, студент;
Кононов Сергей Александрович, студент
Санкт-Петербургский государственный экономический университет

В данной статье рассматривается предоставление помощи автомобилистам на дороге с помощью сервиса «Ассистанс».

Ключевые слова: ассистанс, помощь на дороге, техпомощь, эвакуация.

Keywords: assistance, roadside assistance, technical assistance, evacuation.

Проблема развития и предоставления ассистанс услуг находит все большее распространение и активное внедрение в нашей стране. Показательно, что не только в зарубежной литературе, но и в отечественных источниках вопросам развития сервиса ассистанс услуг уделяется все большее внимание [1,2,3,7].

Логистическая система автомобильного ассистанса является таковой так как это — адаптивная система с обратной связью, выполняющая те или иные логистические функции или операции, состоящая из подсистем, имеющая связи с внешней средой. Таким образом существует проблема и необходимость поиска путей создания конку-

рентных преимуществ. В конечном счете в логистически организованных цепях себестоимость ассистанс услуг оказывается ниже, чем при отсутствии логистического подхода [4,5,6].

Успех системы автомобильного ассистанса при этом в первую очередь зависит от правильного внедрения и применения **функций логистического управления** таких как [6,7]:

Планирование — определение количественных и качественных параметров работы компании в целом и ее партнеров (транспортных компаний) с целью достижения установленных результатов функционирования;

Организация — размещение ресурсов компании и установление взаимосвязи между ними во времени и пространстве, дающее организационный эффект;

Контроль — создание системы наблюдения за процессом оказания комплексных услуг для выявления отклонений от целей и принятых и установленных ограничений;

Регулирование — управляющее воздействие на ресурсы компании с целью устранения выявленных отклонений;

Анализ — определение причин отклонений, оценка их последствий и подготовка предложений по устранению отклонений фактических параметров;

Мотивация — создание условий, побуждающих к росту производительности труда.

Действия водителей, при обращении в компанию ассистанс:

Клиент, дозвонившись до свободного диспетчера должен кратко описать что произошло, после чего назвать марку, цвет, номер автомобиля, точный адрес местонахождения. В случае если необходимо произвести эвакуацию, диспетчеру сообщается адрес места доставки автомобиля.

Порядок действий диспетчера компании ассистанс:

При входящем звонке клиента, оператор выслушивает вопрос, проблему или жалобу и определяет вид оказываемой помощи.

Для оказания информационной поддержки клиенту, оператор использует все имеющиеся материалы и источники: интернет — порталы автопроизводителей; базы данных, адреса и телефоны ДЦ и горячих линий; условия оказания помощи по программам (относящиеся к данному бренду); инструкции и прочее.

У оператора всегда должны быть рядом инструкции (алгоритм) по основным неисправностям, чтобы незамедлительно или как можно быстрее решать проблему.

Обработав полученную информацию, диспетчер, либо выдает заказ специалисту, который находится непосредственно в организации, либо на онлайн карте определяет ближайший свободный автомобиль технической помощи.

Порядок действий специалиста технической помощи при выполнении работ.

Специалист службы должен, прежде всего, обладать следующими качествами: профессионализм, пунктуальность, корректное общение; внешний вид специалиста и автомобиля эвакуации, а также инструменты — должны быть на высоком уровне.

Как правило, работа специалиста технической помощи строится по следующей схеме:

Содержание операций	Норматив выполнения операции, от — до, мин.
Прием и оформление заказа диспетчером.	1–3
Передача заявки специалисту технической помощи.	Не более 2
Звонок специалиста клиенту (уточнение нюансов)	1–2
Прибытие к клиенту	15–45
Установление права обладания на автомобиль	Не более 1
Согласование рисков (если существуют) — (хрупкость деталей, вследствие низкой температуры, одноразовый крепеж, невозможность соблюдения технологии в рамках оговоренной стоимости и т.д.)	1–2
Диагностические работы, озвучивание диагноза	4–7
Согласование вида работ, согласование стоимости и гарантии	Не более 3
Поездка за запчастями если это необходимо	8–15
Выполнение работы	8–25
Оформление документов (квитанция, заказ — наряд), подпись заказчика	2–3
Расчет	1–2
Информирование диспетчера.	Не более 1

Примечания:

1. Для темного времени суток норматив увеличивается на коэффициент 1,2.
2. При достижении температуры окружающего воздуха — 15 и более норматив увеличивается на коэффициент 1,5.
3. В зависимости от сложности работ (специфика а/м), норматив может быть увеличен, но не более чем в 2 раза.

Если, при выполнении работ, по мнению специалиста, сложилась обстановка, которая грозит опасностью ему или окружающим лицам, то от выполнения услуги он

вправе отказаться, объяснив причину отказа. При этом специалист связывается с диспетчером, который ищет альтернативные пути оказания техпомощи.

Основываясь на свою квалификацию и опыт, специалист определяет объем необходимой работы. Приступать к серьезному ремонту можно только в том случае, если специалист уверен в результате работы.

Если поломку невозможно устранить на месте — осуществляется эвакуация автомобиля для устранения неисправностей и ремонта в сервисный центр или по желанию клиента в определенное место.

Предоставление техпомощи/эвакуации в разных регионах, должно быть различно и иметь свою специфику именно для этого региона. Так, например, в холодных регионах вместе с машиной эвакуации должна выезжать машина сопровождения что бы не дать человеку замерзнуть, так же в таких регионах не используются эвакуаторы, оснащенные гидравликой, так как она просто не выдержит таких условий. Еще в холодных регионах или в зимнее время года нужно делать акцент на отогревание автомобилей тепловой пушкой и быстрый запуск двигателя в любых условиях.

В жарких регионах и пустынно-песчаной местности в автомобиле технической помощи всегда должна быть

вода, в условиях повышенной пыли должны выдаваться индивидуальные маски.

В крупных городах России, таких как Санкт-Петербург, Москва, Екатеринбург, Новосибирск и др., каждый день не обходится без заторов на дороге. [5] Так называемые «пробки», главная проблема предоставления технической помощи, в наиболее кратчайшее время, что неудобно и не выгодно ни клиенту, ни компании. Наиболее эффективное и уникальное решение данной проблемы, это иметь в автомобильном парке компании ассистанс мотоцикл, на котором можно преодолеть почти все заторы, и через считанные минуты прибыть к клиенту и оказать техническую помощь.

Таким образом, эффективное предоставление услуг автомобильного сервиса ассистанс будет возможно только при налаженном взаимодействии всех участников процесса. Взаимопонимание между диспетчером и клиентом поможет в кратчайшие сроки принимать и обрабатывать информацию о случившейся неполадке, что позволит специалисту быстрее приступить к работе.

Литература:

1. Лазарев, Ю.Г. Тенденции развития сервиса «Ассистанс» на автомобильных дорогах северо-западного региона/Ю. Г. Лазарев, Ю. А. Григорьева//Технико-технологические проблемы сервиса. — СПб.: 2014. — № 2 (28) — с. 87–90.
2. Залетов, О. Ассистанс и его особенности на страховом рынке//Вестник Киевского национального университета им. Тараса Шевченко. — Киев: 2012. — № 133 — с. 21–25.
3. Каминская, О. М. Альтернативные подходы к определению и классификации страхового ассистанса//Научно-теоретический журнал наука и экономика. — Хмельницкий: 2013. — № 4 (32) — с. 194–201.
4. Ермошин, Н. А. Моделирование условий неопределенности функционирования и развития транспортно-логистических систем в целях обеспечения их экономической безопасности / Н.А. Ермошин., Н.И., Болгаров // Строительные и дорожные машины. — СПб.: 2014. — № 6 — с. 30–35.
5. Лазарев, Ю.Г. Современное состояние проблемы совершенствования транспортной инфраструктуры/ Ю.Г. Лазарев, Е.Б. Сеницына //Технико — технологические проблемы сервиса. — СПб.: 2013. — № 4 (26) — с. 71–74.
6. Ермошин, Н. А. Применение методологии риск-менеджмента в проектировании транспортно-логистических систем / Н.А. Ермошин., Д.С., Букатов // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. — СПб.: 2013. — Т. 2. — с. 155–162.
7. Лазарев, Ю.Г. Логистика сервиса ассистанс на основе формирования эффективной организационной структуры предприятий / Ю.Г. Лазарев, Д.Л. Симонов., Ю.А., Григорьева //Технико-технологические проблемы сервиса. — СПб.: 2015. — № 1 (31) — с. 70–75.

Методика расчета затрат на устройство инженерных систем жилых зданий агрогородков

Горбенкова Елена Владимировна, старший преподаватель;
Папсуева Анна Владимировна, студент
Белорусско-Российский университет (г. Могилев, Беларусь)

Разработана методика расчета затрат на устройство инженерных систем жилых зданий агрогородков/сельских поселений. Предложенная методика позволит выявить наиболее эффективную систему для тепло- и хладоснабжения жилых зданий.

Ключевые слова: устойчивое развитие, сельские поселения, инженерные системы, энергосбережение, ресурсосбережение, теплонасосная установка.

Одна из важнейших социально-экономических задач, поставленных правительством Беларуси в настоящее время — это повышение уровня жизни сельского населения. Важнейшее значение в решении этой задачи имеет создание комфортной, безопасной, рационально спроектированной среды жизнеобитания. Одним из приоритетных направлений Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг. является устойчивое развитие регионов. Основными целями Государственной программы устойчивого развития села на 2011–2015 годы является повышение доходов сельского населения и уровня социально-бытового и инженерного обустройства сельских территорий.

Основной целью устойчивого проектирования различных объектов является создание среды обитания, для которой характерно принятие современных рациональных, экономичных, технологичных и экологических решений, учитывающих не только существующие интересы, но и обеспечивающих прогрессивное развитие территорий [1]. Жизненный цикл природно-технической строительной системы включает период времени от начала инженерных изысканий на этапе обоснования инвестиций в строительство до реконструкции и/или ликвидации объекта [2].

Развитие агрогородков происходит в условиях ограниченных финансовых возможностей государства, требующих рационального использования ресурсов. Поэтому применение энерго- и ресурсосберегающих технологий в инженерных системах агрогородков особенно актуально в настоящее время. Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод, что для оценки эффективности применения различных источников энергии для инженерных систем жилых зданий сельских поселений необходима разработка методики расчета затрат на устройство инженерных систем. Алгоритм расчета затрат предусматривает последовательное выполнение следующих этапов (рис. 1).

1 этап. Расчет мощности системы отопления

Мощность систем отопления зависит от степени тепловой защиты и воздухопроницаемости конструкций здания. Ориентировочный расход теплоты на отопление здания, Q , Вт, можно определить используя укрупненные показатели, по формуле (1):

$$Q = q \cdot V \cdot (t_{в} - t_{н}), \quad (1)$$

где q — удельная тепловая характеристика здания, Вт/(м³·°C) — для хорошо утепленного здания $q = 0,65$ Вт/(м³·°C).



Рис. 1. Алгоритм расчета затрат на устройство инженерных систем

V — объем здания по наружным обмерам, м³;
 $t_{в}$ — расчетная температура внутреннего воздуха помещения (18°C);
 $t_{н}$ — расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, принимается равной температуре наиболее холодной пятидневки для выбранного района строительства.

2 этап. Расчет мощности системы охлаждения

Для правильного подбора мощности системы охлаждения, необходимо определение количества избыточного тепла, поступающего в помещение. Для этого можно воспользоваться упрощенной методикой расчета:

$$Q = S \cdot h \cdot q, \tag{2}$$

где S — площадь помещения в м²,

h — высота помещения в м,

q — коэффициент, принимаемый равным $q = 25-30$ Вт/м³ — если окна выходят на север и/или площадь остекления невелика; $q = 30-40$ Вт/м³ — если окна выходят на запад или восток при средней площади остекления; $q = 40-45$ Вт/м³ — если окна выходят на юг и/или окна имеют большую площадь остекления.

При высоте помещений 3 м, и усредненном коэффициенте $q=35$, условно можно считать, что средняя потребность холодопроизводительности составляет около 1 кВт мощности охлаждения на 10 м² помещения. Учитывая то, что в большинстве нежилых помещений установка систем кондиционирования не требуется, принимаем, что кондиционированию подлежит 3/4 площади.

3 этап. Расчет энергопотребления

Согласно действующим нормативным документам, для климатических условий Беларуси отопительное оборудование на полной мощности в сезон используется около 2500 часов, охладительное оборудование — 1000 часов.

При сжигании 1 м³ газа выделяется в среднем 8 кВт тепловой энергии, на потребности горячего водоснабжения (ГВС) добавляется около 30 % от времени использования отопительного оборудования на полной мощности. Соответственно потребление газа (м³ в год) можно получить из выражения:

$$\frac{\text{тепловая мощность системы отопления и ГВС}}{8} \cdot \left(\frac{\text{количество часов использования отопительного оборудования на полной мощности в сезон}}{\text{количество часов использования отопительного оборудования на полной мощности в сезон}} \right) \cdot 1,3$$

На 1 кВт потребленной электроэнергии кондиционер вырабатывает 3кВт мощности охлаждения, соответственно потребление электроэнергии для охлаждения электрокондиционером (кВт) вычисляется следующим образом:

$$\frac{\text{холодопроизводительность системы охлаждения}}{3} \cdot \left(\frac{\text{количество часов использования охладительного оборудования на полной мощности в сезон}}{\text{количество часов использования охладительного оборудования на полной мощности в сезон}} \right)$$

При использовании теплового насоса на 1кВт потребленной электроэнергии вырабатывается 4кВт тепловой энергии, соответственно потребление электроэнергии (кВт) вычисляется по формуле:

$$\frac{\text{тепловая мощность системы отопления и ГВС}}{4} \cdot \left(\frac{\text{количество часов использования отопительного оборудования на полной мощности в сезон}}{\text{количество часов использования отопительного оборудования на полной мощности в сезон}} \right) \cdot 1,3$$

Для обеспечения кондиционирования воздуха, при использовании теплового насоса, электроэнергия расходуется только на работу циркуляционных насосов (150 Вт) и вентиляторов, обдувающих теплообменник (350 Вт), соответственно потребление электроэнергии для охлаждения тепловым насосом (кВт) вычисляется из выражения:

$$\left(\frac{\text{количество часов использования охладительного оборудования на полной мощности в сезон}}{\text{количество часов использования охладительного оборудования на полной мощности в сезон}} \right) \cdot 1,3$$

4 этап. Расчет стоимости устройства и эксплуатации инженерных систем

Для удобства расчет стоимости устройства и эксплуатации инженерных систем будем производить в условных единицах (евро).

Газовое оборудование. Для получения средней стоимости газового оборудования были взяты 15 газовых котлов разных ценовых сегментов (от 20 до 60 евро за 1 кВт). Стоимость монтажа составляет в среднем от 15 % до 25 % стоимости газового оборудования. Считаем, что монтаж составляет 20 % стоимости газового оборудования — 8 евро за 1 кВт. Тогда общая стоимость газового оборудования с установкой составит 48 евро за 1 кВт тепловой мощности.

Тепловой насос. При расчетной мощности теплового насоса до 10 кВт, стоимость полного комплекса работ составляет 800 евро за 1 кВт тепловой мощности, от 10 до 20 кВт — 650 евро.

Электрический котел. Средняя стоимость электродкотла составляет около 25 евро за 1 кВт мощности.

Система кондиционирования. Для получения средней стоимости кондиционеров были кондиционеры мощностью около 5кВт различных ценовых категорий (от 200 до 500 евро за 1 кВт мощности охлаждения). Стоимость монтажа составляет от 15 % до 25 % стоимости кондиционера. Тогда общая стоимость системы кондиционирования составит около 420 евро за 1 кВт мощности охлаждения. При использовании теплового насоса, для системы кондиционирования необходимы воздухоохладитель, вентиляторы и воздуховоды. Средняя стоимость компонентов данной системы составляет 100 евро за 1 кВт мощности охлаждения.

Обустройство котельной. Согласно СНБ 4.03.01–98 «Газоснабжение», установку газового отопительного оборудования следует предусматривать в обособленных нежилых, встроенных или пристроенных к жилым зданиям помещениях. Получаем, что в среднем стоимость обустройства котельной составит около 1500 евро.

Подключение газа. Стоимость получения технических условий и проекта газификации принимаем равной 500€. Стоимость врезки составляет в среднем около 1000 евро. Средняя стоимость подвода газопровода составляет 15 евро за м. п. с учетом стоимости материалов и работ. В итоге получаем стоимость подключения газа около 3000 евро.

Сервисное обслуживание. Сервисное обслуживание газового оборудования составляет в среднем от 200 до 500 евро в год в зависимости от типа оборудования, сервисной организации и др. факторов). Сервисное обслуживание кондиционера включает в себя: чистку фильтров раз в два месяца и дозаправку фреоном один раз в два года (итого 85 евро в год на один кондиционер). Получаем расходы на обслуживание кондиционеров:

85евро

количество кондиционеров в год

Чистку дымохода рекомендуют проводить 2 раза в год перед отопительным сезоном и после него (около 450 евро в год). Стоит также учесть отличие в сроке службы агрегатов, что в конечном итоге повлияет на эксплуатационные затраты.

Тарифы на газ и электроэнергию. Для расчета стоимости газа и электроэнергии было заложено ежегодное повышение стоимости на 30% и 12,5% в год соответственно.

5 этап. Результаты расчета затрат. Построение графика затрат

Графическая интерпретация полученных результатов может быть представлена в виде графика затрат, на основании которого судить о сроке окупаемости и целесообразности использования той или иной системы тепло- хладоснабжения. Все расчеты предполагается проводить в автоматическом режиме, используя программную среду VBA.

Очевидно, что предложенная методика позволит упростить процесс выбора и обоснования применения систем тепло- и хладоснабжения с различными источниками энергии для инженерных систем жилых зданий агрогородков.

Литература:

1. Щербина, Е. В. Градостроительные аспекты проектирования устойчивой городской среды [Текст] / Е. В. Щербина, Н. В. Данилина // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 11. с. 183–186.
2. Щербина, Е. В. К вопросу экологической безопасности строительства [Текст] / Е. В. Щербина // Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 5. с. 468–469.

Гомофазная сополимеризация п-фталимидометилметакрилата с бутилметакрилатом

Гуламова Мохигул Бахтиёровна, преподаватель
Академический лицей № 4 при Бухарском государственном университете (Узбекистан)

Рахимов Бобомурод Рустамович, преподаватель;
Хужжиев Мамур Янгибоевич, преподаватель
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Известно, что сополимеры N-винилсукцинимид с бутилакрилатом, синтезированные в органическом растворителе диметилсульфоксиде рекомендованы для получения плёночных материалов медико-биологического назначения [1, 2].

Акриловый сомономер, выполняя роль «внутреннего пластификатора», позволяет получать эластичные плёнки, рекомендуемые к использованию для защиты и лечения ран кожи. Однако сополимеры, содержащие более 80–90% бутилакрилата, представляют собой липкие жидкости, не способные образовывать плёнки. Устранить этот недостаток можно, если дополнительно вести еще один мономер, например, вместо части бутилакрилата использовать бутилметакрилат. Анализ литературы о получении полимеров и сополимеров фталимидометилметакрилата, опубликованной за последние 50 лет [3], свидетельствует о том, что бинарная сополимеризация фталимидометилметакрилата с бутилметакрилатом ранее никем не изучалась.

Для проведения сополимеризации фталимидометилметакрилата с бутилметакрилатом был выбран тот же растворитель пиридин, который применялся при проведении сополимеризации фталимидометилметакрилата с бутилакрилатом. При этом было установлено, что использование данного растворителя позволяет как и при получении сополимеров фталимидометилметакрилата (ФИММА) с бу-

тилакрилатом (БА) получать растворимые сополимеры ФИММА с БМА. Учитывая, что при изучении сополимеризации ФИММА с БА в пиридине были получены экспериментальные результаты, свидетельствующие о возможности получения в данном растворителе сополимеров с улучшенным чередованием звеньев в макроцепи, представляет интерес провести анализ гомофазной сополимеризации ФИТММА с БМА, в сравнении с гомофазной сополимеризацией ФИММА с БА в электронодонорном растворителе пиридине с использованием уже подробно рассмотренной в предыдущей главе методики аппроксимации экспериментальных данных [4, 5].

Реакция сополимеризации фталимидометилметакрилата с бутилметакрилатом, как и с бутилакрилатом, в растворителе пиридине протекает с достаточно высокой скоростью (см. данные, приведённые на рис.1). Процесс сополимеризации протекает гомофазно с образованием сополимеров, растворимых в органических растворителях.

Сравнивая кинетику сополимеризации ФИММА с БМА с кинетикой сополимеризации ФИММА с БА в растворителе пиридине, можно сделать вывод, что начальная скорость реакции сополимеризации ФИММА с БМА выше, чем скорость сополимеризации ФИММА с БА (см. данные, приведённые в табл. 1). Это объясняется большей активностью мономера БМА, по сравнению

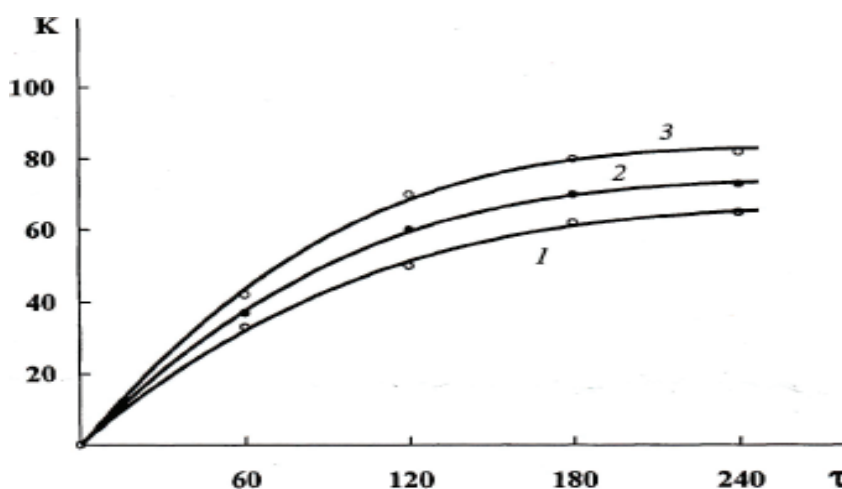


Рис. 1. Зависимость конверсии мономеров К (%) от продолжительности сополимеризации ФИММА с БМА τ (ч).
Содержания ФИММА в смеси мономеров, мол.доли: 1–0,25; 2–0,50; 3–0,75. Растворитель — пиридин.
Концентрации, моль·л⁻¹: суммарная мономеров — 0,7; ДАК — 0,0165; 60 °С

с мономером БА. Однако с увеличением конверсии мономеров скорость реакции сополимеризации ФИММА с БА замедляется. Это, вероятно, можно объяснить изменением конформации молекул в процессе сополиме-

ризации и влиянием стерических факторов. Состав сополимеров ФИММА–БА (см. данные, приведённые в табл. 1), определяли по содержанию азота методом Кьельдаля.

Таблица 1. Состав сополимеров ФИММА (M_1) с БА (M_2), полученных при проведении реакции в пиридине при 60 °С

Соотношение мономеров, мол.доли		Продолжительность сополимеризации, мин.	Конверсия, %	Содержание азота, %	Состав сополимера, мол.доли	
M_1	M_2				m_1	m_2
0,25	0,75	60	33	1,09	0,12	0,88
		180	62	1,65	0,19	0,81
		240	65	2,02	0,24	0,76
0,50	0,50	60	37	2,63	0,33	0,67
		180	70	2,56	0,32	0,68
		240	73	3,29	0,44	0,56
0,75	0,25	60	42	3,67	0,51	0,49
		180	80	3,88	0,55	0,45
		240	82	4,58	0,70	0,30

Результаты расчёта констант сополимеризации ФИММА с БА в пиридине, рассчитанные методами Езриелева-Брохиной-Роскина (ЕБР) и Келена-Тю-

деша (КТ) с учётом аппроксимации экспериментальных данных и степени погрешности расчёта Е представлены в табл. 2.

Таблица 2. Константы сополимеризации ФИММА (M_1) с БА (M_2), в пиридине, рассчитанные с применением метода ЕБР и КТ, с учетом степени погрешности Е (инициатор — ДАК, 60 °С)

r_1	r_2	$1/r_1$	$1/r_2$	r_2/r_1	$r_1 \cdot r_2$	Метод расчета	Е
0,03±0,04	1,79±0,04	14,2	0,559	25,6	0,125	ЕБР	0,001
0,03±0,03	1,79±0,02	14,2	0,559	25,6	0,125	КТ	0,001

При расчёте значений констант сополимеризации ФИММА–БА в пиридине как при расчёте методом ЕБР, так и при расчёте с использованием метода КТ, степень погрешности вычислений составила 0.001 (см. данные, приведённые в табл. 2). При этом видно, что величины r_1 и r_2 практически не различаются при расчёте обоими методами, что в очередной раз подтверждает преимущество применения методики аппроксимации экспе-

риментальных данных, причём при конверсии >50% (см. данные, приведённые в табл. 1, 2).

Используя значения констант сополимеризации ФИММА–БА, был проведён расчёт вероятности образования диад (f) и среднестатистической длины блоков (L) в цепях сополимеров ФИММА–БА в реакциях сополимеризации по уже используемым формулам с использованием компьютерных программ (см. данные, приведённые в табл. 3).

Таблица 3. Вероятность образования диад (f) и среднестатистическая длина блоков (L) в цепях сополимеров ФИММА с БА в реакциях сополимеризации в пиридине (инициатор — ДАК, 60 °С)

Содержание ФИММА в смеси мономеров, мол.доли	f11	f22	F12 = f21	L1	L2
0,1	0,0002 0,000	0,889 0,781	0,055 0,109	1,003 1,008	17,1 8,16 5,
0,2	8 0,002 0,00	0,675 0,571	0,162 0,213	1,013 1,02 1,	18 3,69 2,7
0,3	4 0,008 0,01	0,469 0,369	0,262 0,309	03 1,05 1,07	9 2,19 1,77
0,4	4 0,025 0,04	0,270 0,174	0,352 0,389	1,12 1,23	1,45 1,23
0,5	7 0,109	0,081	0,405		
0,6					
0,7					
0,8					
0,9					

Литература:

1. Езриелев, А. И., Брохина Э.Л., Аналитический метод вычисления констант сополимеризации // Высокомолекул. соед. — Сер. А. — 1969. — Т. 11, № 8. — С.1670–1680.
2. Kelen, T., Tüdös F. Analysis of the Linear Methods for Determining Copolymerization Reactivity Ratios. I. A. New Improved Linear Graphic Methods // J. Polymer Sci. — 1975. — V.A9, № 1. — P.1–27.
3. Polic, A. L., Duever T. A., Penlidis A. Case Studies and Literature Review on the Estimation of Copolymerization Reactivity Ratios // J. Polym. Sci. — 1998. — V.A38, № 36. — P.813–822.
4. Лавров, Н. А., Писарев А. Г., Сивцов Е. В. Обработка данных кинетики радикальной (со) полимеризации компьютерными методами: Метод. указания — СПб.: изд-во СПбГТИ (ТУ), 2003. — 17с.
5. Лавров, Н. А., Писарев А. Г., Сивцов Е. В. О реакционной способности акриловых мономеров // Пласт. массы. — 2004. — № 3. — С.31–35.

Гетерофазная сополимеризация п–фталимидометилметакрилата с бутилакрилатом и с бутилметакрилатом

Гуламова Мохигул Бахтиёровна, преподаватель
Академический лицей № 4 при Бухарском государственном университете (Узбекистан)

Рахимов Бобомурод Рустамович, преподаватель;
Хужжиев Мамур Янгибоевич, преподаватель
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Известно, что медицинские (со) полимеры можно разделить на две большие группы, к одной из которых относятся (со) полимеры, находящиеся в контакте с живым организмом, а к другой группе — (со) полимеры, используемые вне организма человека. Основными требованиями, предъявляемыми к полимерам медицинского назначения, являются отсутствие токсичности, возможность длительного пребывания в организме, биосовместимость с живым организмом, отсутствие побочных действий.

Процессы гетерофазной (со) полимеризации достаточно широко используются для получения различных (со) полимеров [1]. Достоинством данных процессов является высокая скорость протекающих реакций и упрощение выделения образующихся продуктов из реакционной смеси.

Ранее была изучена возможность получения сополимеров ВСИ с БА гетерофазной сополимеризации в бензоле [2, 3], но связи с тем, что при этом были получены нерастворимые сополимеры, непригодные для получения плёнок методом полива из раствора, эти работы были приостановлены.

Исследуя процесс сополимеризации ФИММА с БА и ФИММА с БМА в различных растворителях было установлено, что, используя триэтиламин (ТЭА), можно получать растворимые сополимеры, при этом процесс протекает гетерофазно. Поэтому была изучена кинетика сополимеризации в данном электронодонорном растворителе (DN ТЭА составляет $132,63 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$ [4]). С целью возможности сравнения кинетических параме-

тров данного процесса с кинетикой сополимеризации ФИММА с БА в других электронодонорных растворителях, реакцию сополимеризации в ТЭА проводили при той же температуре 60°C , используя концентрации мономеров. Анализ литературных данных свидетельствует о том, что сополимеризация ФИММА с такими мономерами как БА и БМА в растворителе ТЭА ранее не изучалась, поэтому в данной работе эти процессы рассматриваются впервые.

Изучая кинетику сополимеризации ФИММА с БА и ФИММА с БМА в ТЭА (см. данные, приведенные на рис. 1), было установлено, что процесс протекает гетерофазно, причем выделение сополимера в виде белого порошка начинается практически с первых минут реакции.

Сравнительный анализ кинетических кривых, приведенных на рис. 1, позволяет сделать вывод о том, что при одинаковом содержании ФИММА в исходной мономерной смеси, скорость реакций сополимеризации ФИММА с БМА выше скорости сополимеризации ФИММА с БА. Это хорошо согласуется с данными о различии реакционной способности акрилатов и метакрилатов, а также с экспериментальными результатами, где изложены материалы о кинетики сополимеризации ФИММА с БА и ФИММА с БМА в другом электронодонорном растворителе — пиридине.

Это хорошо согласуется с данными о различии реакционной способности акрилатов и метакрилатов, а также с экспериментальными результатами, где изложены материалы о кинетики сополимеризации ФИММА с БА и ФИММА с БМА в другом электронодонорном рас-

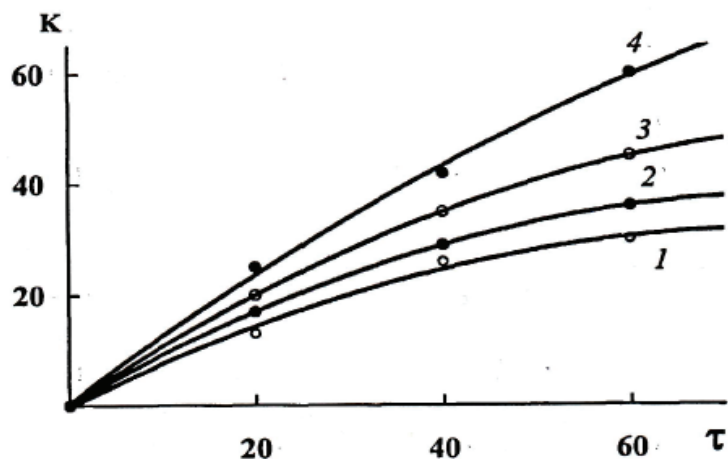


Рис. 1. Зависимость конверсии мономеров К (%) от продолжительности сополимеризации ФИММА с БА (1, 2) и ФИММА с БМА (3, 4) (ч). Содержание ФИММА в смеси мономеров, мол.доли: 1, 3–0,50; 2, 4–0,60. Растворитель–триэтиламин. Концентрации, моль·л⁻¹: суммарная мономеров — 0,7; ДАК — 0,0165; 60 °С

творителе — пиридине. То есть как в процессах гетерофазной, так и гомофазной сополимеризации ФИММА с БА и ФИММА с БМА мономер БМА проявляет более высокую реакционную способность, чем мономер БА.

Состав полимеров ФИММА–БА и ФИММА–БМА синтезированных в ТЭА определяли с помощью ме-

тода Кьельдаля (см. данные, приведённые в табл. 1, 2). Анализ данных, приведённые в табл. 5, 6, позволяет сделать вывод о том, что состав сополимеров ФИММА–БМА превосходит состав сополимеров ФИММА–БА по содержанию мольных долей ФИММА при схожих значениях конверсии.

Таблица 1. Состав сополимеров ФИММА (M₁) с БА (M₂), полученных при проведении реакции в триэтиламине (инициатор — ДАК, 60 °С)

Соотношение мономеров, мол.доли		Конверсия, %	Содержание азота, %	Состав сополимера, мол.доли	
M ₁	M ₂			m ₁	m ₂
0,40	0,60	10	1,44	0,15	0,85
		13	1,77	0,19	0,81
		24	2,30	0,26	0,74
0,50	0,50	13	1,85	0,20	0,80
		26	2,51	0,29	0,71
		30	2,71	0,32	0,68
0,60	0,40	17	2,58	0,30	0,70
		29	3,08	0,38	0,62
		36	3,32	0,42	0,58

Таблица 2. Состав сополимеров ФИММА (M₁) с БМА (M₂), полученных при проведении реакции в триэтиламине (инициатор — ДАК, 60 °С)

Соотношение мономеров, мол.доли		Конверсия, %	Содержание азота, %	Состав сополимера, мол.доли	
M1	M2			m1	m2
0,40	0,60	15	1,87	0,22	0,78
		20	2,43	0,30	0,70
		34	2,75	0,35	0,65
0,50	0,50	20	2,56	0,32	0,68
		35	2,75	0,35	0,65
		45	3,23	0,43	0,57
0,60	0,40	25	3,06	0,40	0,60
		41	3,34	0,45	0,55
		60	3,51	0,48	0,52

Расчет констант сополимеризации ФИММА–БА и ФИММА–БМА в растворителе ТЭА был проведен с использованием той же компьютерной программы «Konst.exe», что и в главах 3.1; 3.2 методами ЕБР [99] и КТ [100] с использованием аппроксимационной обработки экспериментальных данных. Результаты расчета представлены в табл. 3, 4.

Как видно из результатов, приведенных в табл. 3, погрешность расчета констант сополимеризации для сополимеров ФИММА–БА в ТЭА получилась на порядок

ниже, чем для сополимеров ФИММА–БА, синтезированных в пиридине. При этом значения r_1 и r_2 одинаковы при расчете, как при расчете с использованием метода ЕБР, так и при расчете с использованием метода КТ. Скорее всего, это объясняется тем, что при расчете констант сополимеризации ФИММА как с БА, так и с БМА в растворителе ТЭА были использованы значения конверсии мономеров, не превышающие 50% (см. данные, приведенные в табл. 1, 2).

Таблица 3. Константы сополимеризации ФИММА (M_1) с БА (M_2) в ТЭА, рассчитанные с применением метода ЕБР и КТ, с учётом погрешности вычисления E (инициатор — ДАК, 60 °С)

r1	r2	1/r1	1/r2	r2/r1	r1·r2	Метод расчета	E
0,18±0,01	2,26±0,01	5,55	0,44	12,6	0,407	ЕБР	0,00007
0,18±0,01	2,26±0,01	5,55	0,44	12,6	0,407	КТ	0,00006

Таблица 4. Константы сополимеризации ФИММА (M_1) с БМА (M_2) в ТЭА, рассчитанные с применением метода ЕБР и КТ, с учётом погрешности вычисления E (инициатор — ДАК, 60 °С)

r1	r2	1/r1	1/r2	r2/r1	r1·r2	Метод расчета	E
0,16±0,01	2,40±0,01	6,25	0,42	15,0	0,384	ЕБР	0,00001
0,16±0,01	2,40±0,01	6,25	0,42	15,0	0,384	КТ	0,00001

На основании сравнительного анализа данных, представленных в табл. 3, можно внести дополнения в ряд растворителей. По мере возрастания величин относительной активности мономеров r_2/r_1 при сополимеризации ФИММА с БА растворители можно расположить в следующий ряд:

ряд 3: ДХЭ < ДМСО < ТЭА < пиридин.

Если сравнить ряд 3 с рядом донорных чисел (DN, кДж · моль⁻¹) данных растворителей, то они расположатся точно в такой же ряд по своим значениям. Таким образом, изменение относительной активности мономера ФИММА

в реакциях как гомофазной, так и гетерофазной сополимеризации, связано со значением электронодонорной способности используемого растворителя.

Расчет микроструктуры сополимеров ФИММА–БА и ФИММА–БМА, полученных в ТЭА приведен в табл. 5, 6. Анализ данных таблиц показал, что сополимеры ФИММА–БА и ФИММА–БМА, синтезированные в ТЭА отличаются высокой однородностью по составу, как и сополимеры ФИММА–БА и ФИММА–БМА, синтезированные в растворителе пиридине.

Таблица 5. Вероятность образования диад (f) и среднестатистическая длина блоков (L) в цепях сополимеров ФИММА с БА, полученных в ТЭА (инициатор — ДАК, 60 °С)

Содержание ФИММА в смеси мономеров, мол.доли	f11	f22	f 12= f21	L1	L2
0,1	0,0009	0,910	0,045	1,02	21,3
0,3	0,010	0,717	0,136	1,08	6,27
0,5	0,041	0,509	0,225	1,18	3,26
0,7	0,124	0,286	0,295	1,42	1,97
0,8	0,219	0,172	0,305	1,68	1,60
0,9	0,418	0,065	0,258	2,62	1,25

Таблица 6. Вероятность образования диад (f) и среднестатистическая длина блоков (L) в цепях сополимеров ФИММА с БМА, полученных в ТЭА (инициатор — ДАК, 60 °С)

Содержание ФИММА в смеси мономеров, мол.доли	f11	f22	f 12= f21	L1	L2
0,1	0,0008	0,915	0,048	1,02	22,6
0,3	0,009	0,730	0,130	1,07	6,60
0,5	0,035	0,526	0,219	1,16	3,40
0,7	0,110	0,302	0,294	1,37	2,03
0,8	0,198	0,185	0,309	1,64	1,60
0,9	0,388	0,072	0,280	2,44	1,27

Литература:

1. Мягченков, В. А., Френкель С. Я. Проблемы кинетики и топологии гетерофазной сополимеризации // Успехи химии. — 1973. — Т. 42, № 3. — С.827–853.
2. Лавров, Н. А. Особенности строения, реакционная способность и кинетические закономерности полимеризации и сополимеризации N — винильных и акриловых мономеров в разных средах. Дис... д-ра хим. наук./ СПбГТИ (ТУ). — СПб., 2002. — 411 с.
3. Сивцов, Е. В., Лавров Н. А., Николаев А. Ф. Особенности строения и реакционная способность N—винилсукцинимид в радикальной полимеризации и сополимеризации // Пласт.массы. — 2001. — № 10. — С.26–31.
4. Райхардт, К. Растворители и эффекты среды в органической химии. — М.: Мир, 1991. — 763 с.

Счетчики удаленного доступа

Дмитриенко надежда Алексеевна, кандидат технических наук;
Добрянский Михаил Владимирович, магистрант
Донской государственный технический университет

Automation of the accounting of the electric power is an indispensable condition of efficiency of functioning of power supply systems in modern market conditions. Modern technologies and conditions don't allow «to stand still» long and therefore to replace the electric counters which rushed into our life counters with remote access came.

As today in the field of the accounting of the electric power there is a technical revolution. Counters from the isolated local metering device of energy become a detail of the big intelligent mechanism.

There is a need for bilateral information transfer: from system of the account to the counter and vice versa. For this purpose created counters with remote access. By means of these technologies the company delivering the electric power has opportunity at distance to receive information from the counter:

- In what quantity the electricity is consumed;
- Table of consumption of electricity;
- About illegal actions (attempt of theft of the electric power).

In turn the reader can send to the counter certain data:

- About settings of the counter;
- About change of tariffs.

In addition the system sends teams on inclusion and shutdown of loading. In order that it became possible use the built-in modem or auxiliary communication channels.

Various options with different data links are possible: PLC and radio of 2,4 GHz.

PLC communication (on a low-voltage power network) is transferred directly on network wires of 0,4 kV. The system of information transfer on PLC communication allows to read out meter readings both with private, and from the apartment houses included in the automated monitoring system and the accounting of energy resources.

Radio of 2,4 GHz — the wireless network allowing to unite to 65000 devices. Creation of the automated monitoring system and the accounting of energy resources on the basis of a network of 2,4 GHz doesn't demand licensing of frequency and additional expenses. Today this range of radio frequencies is the most popular and perspective for use in systems to the automated information and measuring system of the commercial accounting of the electric power.

Thanks to these data links the controller doesn't need access to the room — necessary information automatically or on demand is transferred to the necessary level to the auto-

mated monitoring system and the accounting of energy resources placed in the company delivering the electric power. Besides, use of remote access gives the chance to elicit the facts of plunders of the electric power, to report about them

and remotely (by means of the built-in power relay) to disconnect defaulters. And shutdown happens not only at the command of the supplier of energy, but also at excess of the set power limit.



Fig. 1. Counter of remote access

Advantages of counters with function of remote access are obvious:

- economy of means on installation and commissioning (thanks to that system wireless);
- reduction in cost of operation of the counter due to reduction of that controllers;
- providing Comte a beater I and data of balance on object at distance.

The counter is equipped with interfaces one of which — optical port before — the second is appointed for local data exchange, — the RS 485 interface, prednazhachen for remote data exchange. Data exchange speed through optical port — 9600 bps. Initial speed of an exchange — 300 bps.

Data exchange speed through EIA 485, including initial, 9600 bps. Counter load of the interface line $\frac{1}{4}$ of standard loading for the RS485 interface. Maximum number of counters on the line 127. 1.5.24 Counters have executions the equipped miniNIC the modem with radiocha-a stately

(RF) data link and a data link on a power network (PLC). Parameters of signals at data transmission on a power network correspond to the requirements of GOST P 51317.3.8–99. When signaling modulation of DCSK is used.

Working frequency of the RF transmitter is 433,9 MHz. Way of modulation of GFSK. RF transmitter signal power no more than 10 dBm. Sensitivity of the RF receiver minus 118 dBm. 1.5.25 Counters have executions the equipped ZigBee the modem (RF2) which is carrying out data transmission in the allowed range of the frequencies of 2,405–2,485 GHz. Number of the adjusted network — 29AC, the channel — B. Modems conform to the IEEE 802.15.4–2006 standard. 1.5.26 Counters NEVA A and NEVA MT 3XX HHSR, NEVA MT 32X HHSC 5 (80) MT 32X HHS 5 (100) A have illumination of ZhKI. 1.5.27 Information storage time in memory of the counter at absence napryazheniya not less than 30 years. 1.5.28 Interesting interval of the counter 12

Технология трассопоиска и электронной маркировки подземных инженерных коммуникаций

Дмитриенко надежда Алексеевна, кандидат технических наук;
Добрянский Михаил Владимирович, магистрант
Донской государственный технический университет

Quite often accidents of a cable happen underground and it is very difficult to define a break place because of a deep water of a bedding of a cable, and bad «audibility» of the place of accident, in additives it is possible to hook on various infrastructure elements of the city (a water supply system, the sewerage, etc.).

Drawings are inexact and often happen outdated or are made with big errors. (Couplings, turns, changes of depth) difficult precisely to determine concrete points of an engineering network by them on the district. External identification marks are short-lived, are damaged by vandals. Ordinary GPS navigators possess low accuracy in the conditions of dense city building, data are brought manually and stored is separate, not systemically.

Modern technologies developed the electronic marking consisting of sounding of a surface the special device generating signals for the purpose of determination of location of the marker put in soil near an engineering network at its construction / when carrying out rescue and recovery operations.

The marker of Scotchmark is the resounding oscillatory contour placed in a protection plastic cover. The signal from the device causes in a marker of fluctuation of a certain frequency by means of which it is identified from a surface.

The marker doesn't demand batteries. Marker service life — not less than 30 years.

Distinctive feature of technology of intellectual marking is that with its help not only objects of underground commu-

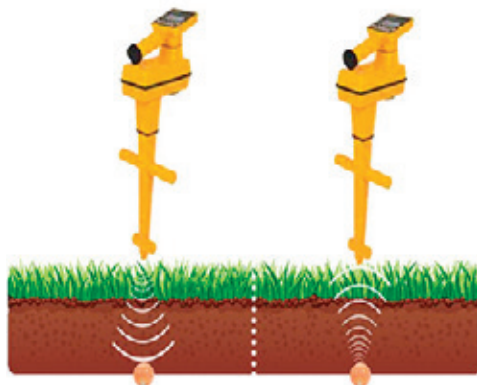


Fig. 1. Marker example



Fig. 2. Markeroiskatel

nications are designated, but also their absolute identification is made.

And the markeroskop not only finds the reflected marker signal (at a depth up to 9 meters), but also reads out information which is written down by the user at his bookmark from memory of a marker: communication type, tension class, name of object (coupling, crossing place, branch, etc.), owner, depth, angle of rotation ... + unique serial number of a marker.

In total for record well 6 lines consisting of 2 fields:

- A tag (the name of parameter) — 8 alphanumeric symbols.

- Value of the parameter (description) — 14 alphanumeric symbols

The modern trassoposkovy equipment 3M Dynatel is constructed on the basis of a multiantenna design (all 6 antennas are installed in the latest devices). At the expense of it high precision of measurements of the device, and also possibility of work in the mode of the Directed peak allowing the operator to determine by visual designations on the device display (signal level of dB + the directing shooters), from what party is reached and how far from communication it is at the moment.). All well to 4 modes of search: the directed peak, the directed zero,



Fig. 4. Trassoiskatel Dynatel

special peak and induction peak, and also the visualization mode on the display of the route of metal communication.

Trassoiskateli Dynatel have the following functionality:

1. Definition of the route of a cable/pipe
2. Definition of a depth of a cable/pipe or an inductive probe of the type started in a pipe for carrying out diagnostics and trace
3. Detection, reading and programming of electronic markers
4. Measurement of alarm current in a cable or a pipe
5. Identification of a cable or cable couples

6. Function of search of damages (by means of the A-frame)

7. A full set of accessories (a frame of search of damages, solenoids of various standard sizes, all necessary types of cables, different types of the recharging devices)

This trassoposkovy equipment possesses one of the widest sets of active frequencies (577 Hz, 8 kHz, 33 kHz, 133 kHz + 1 kHz and 82 kHz for the latest Dynatel™ 2500 series) + 4 frequencies which are adjusted by the user from 0 to 999 Hz and the widest set of frequencies for search in the passive mode (50 / 100 Hz + the 5th and 9th harmonicas, frequency of cable TV of 31,5 kHz, radio frequencies of 15–30 kHz).

The story of the emergence of electrical substations

Ерёмина Марина Александровна, магистрант;

Дмитриенко Надежда Алексеевна, кандидат педагогических наук, доцент

Донской государственный технический университет, Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) (г. Шахты, Ростовская область)

Eremina M. A., student, undergraduate;

Dmitrienko N. A, associate Professor

Institute of business and service (branch) Don state technical University»

Electrical substation is electrical equipment intended for reception, transformation and distribution of electrical energy, consisting of transformers or other converters of electrical energy, control devices, distribution and auxiliary devices.

In the implementation of modern technological progress has an important role of electrification. The application of electric power in any industry can increase productivity, to achieve a high level of mechanization and automation.

Powerful development of the electricity base provides a solid background for further development of industries, agriculture, and transport. But all this is impossible without high-quality and uninterrupted supply of electric energy consumers, whether industrial plant, agriculture or population. Especially now in our difficult economic situation it is necessary not to lose and even try to raise the level at which we have is the power supply. And this cannot be done without having competent, well-trained professionals.

The main prerequisite for the development of the first electric DC networks was the discovery of the electric arc by Professor Vladimir Petrov in 1802. In the process of their experiments of the Russian scientist drew attention to the brightness of the light effects in the event of an arc, and indicated the possibility of using it for lighting. However, several decades passed before the electric arc received practical use as a light source. The practical electric light source first decided Yablochkov in 1876 invention of his “electric candles”. At the same time, another Russian electrician Alexander Nikolayevich Lodygin created the incandescent light bulb, subsequently superseded “Yablochkov candle”. The emergence of such practical light sources like incandescent largely contributed to the development of electrical networks. Since the network was originally designed for street lighting, but due to the fact that the load of these networks was not uniform, because the lights only worked in the dark, to the networks began to connect the various production facilities, where at that time was used or installed electrical equipment, operating at a constant current (motors, galvanic baths). Together with the increasing number of electricity consumers have increased power stations, and more clearly the trend of centralization of power.

The famous American inventor, and industrial worker Thomas Edison (received over a thousand patents in the U. S. and about 3,000 in other countries) in 1878 founded the Edison electric light» (the now famous group General Electric). By 1879, over lapping invented light bulbs — one bulb has served more than 12 hours. In 1880, Edison patented the whole system of production and distribution of electricity at a constant current, which included three wires — zero and ± 110 volts (this reduced the consumption for the same energy loss). At the same time was demonstrated unprecedented lifetime of the bulb is 1,200 hours. That’s when Edison said, «We will make electric light so cheap that only the rich will burn candles». In January 1882 Edison launches the first power station in London, and a few months later — in Manhattan. By 1887, in the U. S. there were more than hundreds of DC power is working on a three-wire Edison system.

Unlike Edison, who proved himself a tireless experimenter and a skilled businessman, but not a theoretician, supporters of AC thoroughly knew mathematics and physics.

Knowing all the advantages of alternating current over constant, after reviewing the patent Edison George Westinghouse (American industrialist, engineer and entrepreneur, the founder of the company «Westinghouse electric») found a weak link in his system — large power loss in the

wires during the transmission of electricity over large distances with low voltage. This is due to the fact that, with increasing distance, increasing the electrical resistance of the wires and increasing the loss on heating. In the construction of electric lines, designed for transmission of a certain power, significantly reduce loss is possible only by reducing the resistance (making the wire thicker) or increasing the voltage (reducing, thereby, the strength of the current). To four times to reduce losses, we have a fourfold to reduce the resistance by increasing the same cross-section wires or twice to raise the voltage in the same section. Thus, the transmission of power over long distances is only possible when using high voltage.

Because effective ways to change the DC voltage at that time did not exist, in power plants Edison used DC voltage close to the consumer — from 100 to 200 volts. Such plants are not allowed to transfer to the consumer considerable power over long distances. As a result, effective use of the generated electrical energy can consumers located at a distance not exceeding about 1–2 km from the power plant. To overcome this limitation could have been complex and expensive measures: the use of heavy wire or the construction of a network of local power plants. In other words, the approach of Edison was not allowed to build a powerful power plant, supplying the whole region, as well as to build a hydro-power station in the proper position.

The only solution to the problem of transferring power over long distances without significant losses was the transition from DC to AC. However, at this point there was no motor running on alternating current. Even in the early 80-ies of the electricity consumed mainly for power needs. DC electric motors for driving various machines were used more and more often. To create a motor that could run on alternating current has become the main task of electrical engineering. It was during this period and began the search for a solution to this problem Nicola Tesla. Nicola Tesla proposed a radical solution to the above problems, immediately appeared acceptable for practical purposes. Tesla imagined that if any way to supply the windings of the magnetic poles of the motor by two different alternating currents differing from each other only by a phase shift, the alternation of these alternating currents will cause the formation of the North and South poles or the rotation of the magnetic field. The rotating magnetic field must captivate and the rotor winding of the machine. Having built a special two-phase source current (two-phase oscillator) and the same two-phase motor, Tesla carried out his idea. And although it constructively machines were very imperfect, the principle of the rotating magnetic field applied in the first models of Tesla, was correct. Having considered all possible cases of phase shift, Tesla has focused on the shift of 90° , i.e. two-phase current, creating a two-phase generators and motors, and only briefly mentioned in their patent applications of multi-phase currents and their application. Because of these developments, Tesla introduced the possibility of transmission of electrical energy over long distances, and therefore the construction of the

power plant centralized power supply. So, for example, 1883 at Niagara Falls was laid a large hydroelectric power plant capable of producing two-phase alternating current capacity of 75 megawatts, which is enough to light the city of Buffalo.

And at the same time in Berlin of the brilliant Russian engineer Mikhail Dolivo-Dobrovolsky was studying three-phase alternating current. At the time of construction of the Niagara power plant Dolivo-Dobrovolsky were created, three-phase motors and generators, developed drawings of three-phase transformers. Tests created by Dolivo-Dobrovolsky equipment operating on three-phase alternating current, showed that this type of current has significant advantages. It turned out that with a substantial improvement of the magnetic properties of the generator and the engine was significantly decreased and the consumption of copper in transmission lines. Connected three-phase system required only three wires in contrast to the decoupled three-phase system proposed by Tesla, which required six wires.

The simplicity of construction and reliability in operation three-phase motor with squirrel-cage rotor, designed Dolivo-Dobrovolsky has ensured that the engine since the invention up to the present time the most widespread in the world compared with other known types of engines.

In the middle of 1891 was completed the construction of a transmission line over a distance of 175 kilometers, equipped with a hydroelectric power plant in Laufen, which set three phase generator with a capacity of about 190 kilowatt step-up substation and step-down substation in Frankfurt. On 25 August 1891 at the exhibition for the first time on fire, about 1,000 electric light bulbs, and on September 12 was included and asynchronous three-phase AC motor, causing the pump to supply water to decorative waterfall.

The test transmission line and the whole system were initiated by the international Commission in October 1891, and showed that when the voltage in the transmission line 15 thousand volts efficiency reached 75.2 per cent. Particularly tested at high voltage, comprising 28 thousand volts, at which the efficiency was 78.9 percent.

This was a huge achievement in electrical engineering demonstrated the practical feasibility and economic feasibility of applying the developed mo Dolivo-Dobrovolsky systems and electrical machines three-phase alternating current.

And as we know, the AC voltage is easily adjusted up or down using transformers (efficiency of modern power transformers up to 99%). This gives the possibility of using step-up transformers are installed in the transformer substation near the power generators, to pass current through main lines of very high voltage over long distances (hundreds to thousands of kilometers). With the help of step-down transformers, AC electric power is also easily transformed into a network of high voltage lines less voltage to supply power to

other transformer substation, and then to the final consumers of low voltage current (in our country — 220/380 V).

Due to its properties of an alternating sinusoidal current is more versatile and is adapted to solve other than lighting, industrial and domestic tasks. For example, the vast majority of electric motors (total power) used in all branches of industry, transport, construction, agriculture and household appliances are three-phase or single-phase asynchronous motors. This is due to the simple design of these engines and, consequently, their efficiency and the highest reliability and durability compared to other types of engines at a sufficiently high energy performance. It would seem that all options for optimal power transmission over long distances in our time exhausted, and the question arises: are there any prospects for a more favorable energy transfer? Of course, they have, since humanity is not static, and new materials with new properties, new properties of already known materials under various impact and in this case we are interested in superconductors. Actually, superconductors as a special material do not exist. It's the usual materials of the elements of the periodic table, in which in certain conditions appear unusual properties. Aluminum, for example, is considered a good conductor; good heat skips and in their thickness slightly increases the magnetic field (paramagnetic). When cooled below 1.2 K, the electrical conductivity of aluminum increases infinitely (superconductor), the thermal conductivity is as much worse (insulator), and the magnetic field it can't get (diamagnetic). It would seem that the attainment of such useful qualities needs to pay too expensive — the achievement of low temperatures is not cheap.

After the discovery of the phenomenon beyond thermal conductivity at the temperature of liquid nitrogen and the creation of superconducting materials to implement the idea of power transmission without losses began Russia, USA, Japan and several other countries. They began to design and build a pilot line using superconducting underground cables. The first of such lines was made and tested in the USA. Now there are in experimental mode, the cable length of 100 meters on the Island of Log Island. The next phase of the U. S. program in the framework of the project «Hydra» paves superconducting transmission lines in Manhattan and associates them with the power systems on the mainland of New York. An example of the application of superconducting cables in Moscow may be the supply of a tall building complex «Moscow-city». Physicists Kurchatov Institute managed to solve the problem of the cable manufacturer with almost an ideal material structure and quality of production. While their length is limited to a few kilometers, but in the future it is possible to manufacture cables of a superconductor with a length of tens of kilometers. Then superconducting electrical networks, you can associate the individual objects and entire regions.

References:

1. V. V. Krasnik operation of electric power substations and switchgears, 2012

2. L. Drokova, L. K. Karneyeva, Chirkova T. V. an electrical power stations and substations tutorial, 2013
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/%d%eb%e5%ea%f2%f0%e8%f7%e5%f1%ea%e0%ff_%ef%ee%e4%f1%f2%e0%ed%f6%e8%ff
4. I. G. Fence, PhD. Tech. Sciences, associate Professor, technical articles. — electric networks. The history, current state and prospects of development. 2011

Влияние параметров состава на свойства геополимерного вяжущего на основе кислой золы-уноса

Ерошкина Надежда Александровна, кандидат технических наук, инженер-исследователь; Коровкин Марк Олимпиевич, кандидат технических наук, доцент;
Тымчук Екатерина Ильинична, студент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Приведены результаты исследования геополимерного вяжущего на основе золы-уноса Томь-Усинской ГРЭС. Исследовано влияние содержания щелочи, шлака и раствора/твердого отношения на прочностные свойства и усадку вяжущего. Установлены оптимальные режимы тепловой обработки вяжущего. Показано, что геополимерное вяжущее характеризуется высокой жаростойкостью по показателю прочности.

Ключевые слова: геополимер, зола-унос, шлак, активатор твердения, тепловая обработка, прочность, усадка, водостойкость, водопоглощение.

Россия отстает от промышленных стран в развитии технологий утилизации промышленных отходов в строительной отрасли. Одним из наиболее перспективных промышленных отходов для использования в качестве сырья для строительной индустрии признаются отходы сжигания угля на тепловых электростанциях (ТЭС) [1, 2]. К настоящему времени в золоотвалах накопилось 1,3 млрд. т. золошлаковых отходов [2]. Ежегодно количество золошлаковых отходов увеличивается в среднем от 22 до 50 млн. т., в то время как их степень утилизации и использования не превышает 3–14% [1].

За рубежом ведутся активные исследования по использованию золы-уноса в качестве сырья для производства безобжигового вяжущего геополимера [3–5]. Однако, как показывают исследования, свойства вяжущих во многом зависят не только от состава золы, но и от содержания активатора [3]. Нами были проведены исследования по изучению влияния количества щелочного активатора, раствора/твердого отношения (Р/Т) и режимов твердения на свойства геополимерных вяжущих на основе золы-уноса.

В качестве сырья для производства геополимерного вяжущего использовалась зола-унос Томь-Усинской ГРЭС, которая по составу относится к кислым. Используемая в исследованиях зола измельчалась до удельной поверхности 600 м²/кг, а модифицирующая добавка доменный гранулированный шлак Новолипецкого металлургического комбината — до удельной поверхности 380 м²/кг.

Зола-унос и шлак перемешивались между собой до однородного порошка. В качестве активатора использо-

вался гидроксид натрия, который вводился в смесь с водой затворения.

Назначение состава смеси производилось с использованием математического планирования эксперимента. Варьируемыми факторами были приняты: содержание шлака (Ш), количество щелочи (Щ) и раствора/твердого отношение (Р/Т). Допустимые пределы для Ш=0÷16% от веса твердого вещества, для Щ=2,2÷10,1% от веса твердого вещества и Р/Т= 0,44÷0,66.

В зависимости от этих факторов у вяжущих определялись прочность при сжатии после тепловой обработки в температурном интервале 60–105°C и после 800°C. Также определялись усадочные деформации вяжущего, его водостойкость по коэффициенту размягчения и водопоглощение.

Для определения прочности при сжатии, водостойкости и водопоглощения были заформованы образцы размером 20×20×20 мм, а для определения усадки — образцы размером 20×20×100 мм.

Для каждой смеси была определена удобоукладываемость по расплыву уменьшенного конуса на встряхивающем столике. Расплыв конуса смесей изменялся в пределах от 80 до 155 мм. При этом смеси с расплывом конуса менее 100 мм укладывались с помощью вибрирования, а более 100 мм — под действием собственного веса.

Основное влияние на текучесть смеси оказывает содержание щелочного компонента и соотношение раствора активатора к твердому веществу (рис.1). С увеличением содержания щелочи и количества активатора подвижность смеси повышается, что объясняется увеличением пластифицирующей способности, присутствующей

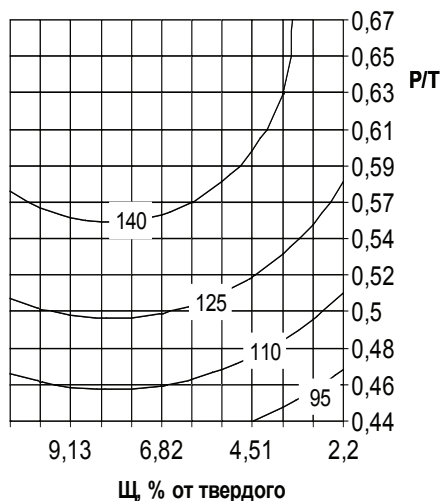


Рис. 1. Распływ конуса через 5 мин в мм

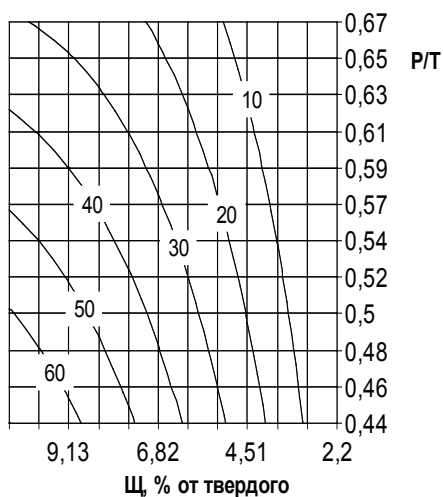


Рис.2. Прочность после 60 °С в Мпа

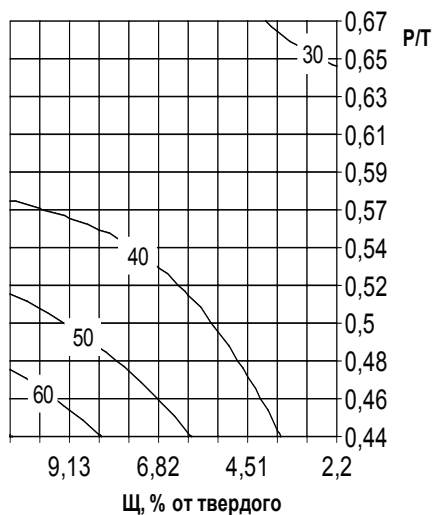


Рис.3. Прочность после 80 °С в Мпа

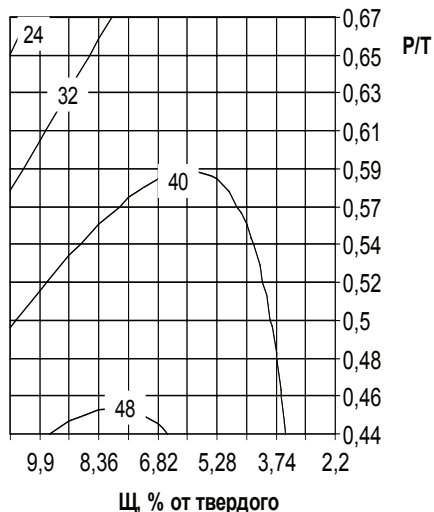


Рис.4. Прочность после 105°С в Мпа

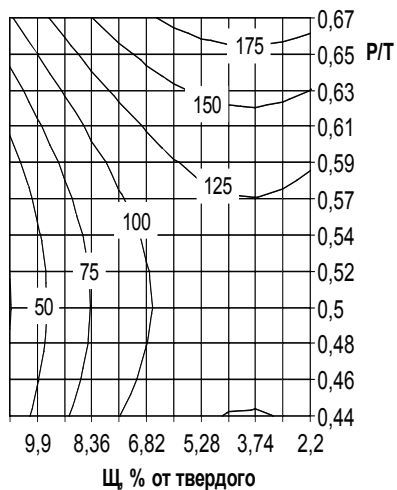


Рис.5. Изменение прочности после обжига при температуре 800°С по отношению к прочности достигнутой при температуре 105°С в %

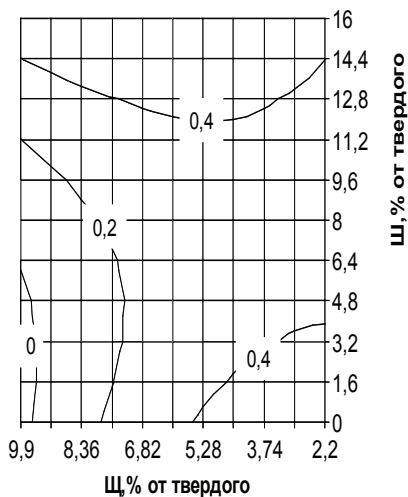


Рис.6. Усадка через 3 суток естественного твердения, мм/м

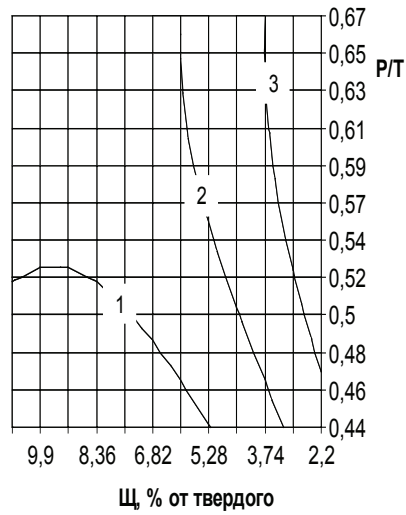


Рис.7. Усадка после 60°C, мм/м

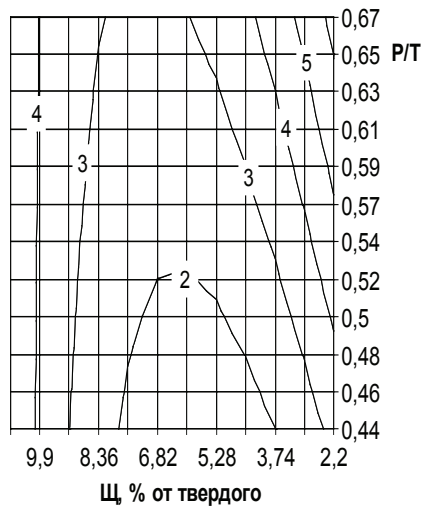


Рис.8. Усадка после 105°C, мм/м

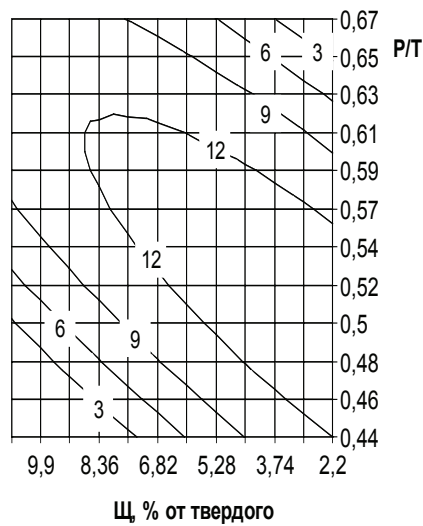


Рис.9. Водопоглощение в% через 10 суток

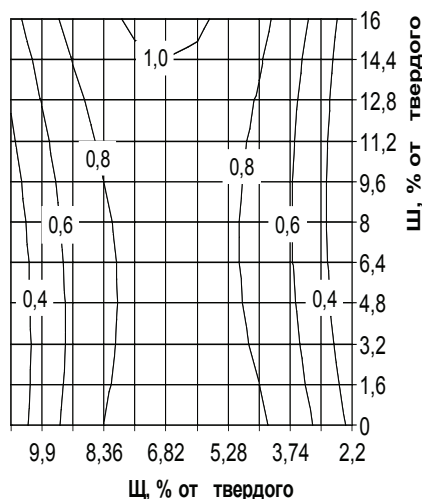


Рис.10. Коэффициент размягчения через 10 суток

шего активатора. Небольшая текучесть геополлимерной смеси по сравнению с композициями на основе портланд-цемента связана с высокой водопотребностью золы и ее высокой реакционной способностью в щелочном растворе.

Исследование влияния условий твердения геополлимерного вяжущего под воздействием температуры показало, что при температуре 60°C (рис.2) набор прочности происходит более равномерно, чем при температуре тепловой обработки 80°C (рис.3). Из рис. 2 и 3 видно, что при тепловой обработке до 80°C прочность повышается с увеличением содержания щелочи и шлака, а также с уменьшением отношения Р/Т. Прочность вяжущего в интервале до 20 МПа при температуре тепловой обработки 60°C в меньшей степени зависит от соотношения активирующий раствор/вяжущее, чем от содержания щелочи и шлака (рис.2). Даже при столь низкой температуре твердения 60°C прочность вяжущего может достигать 50–60 МПа при соотношении Р/Т менее 0,55, содержании щелочи и шлака свыше 6,8 и 8%, соответственно. При температуре тепловой обработки 80°C для достижения прочности 50–60 МПа соотношение Р/Т уменьшается до 0,5 и ниже, и смеси становятся менее технологичными при укладке. Повышение температуры до 105°C сопровождается снижением прочности в составах с наибольшим количеством щелочного активатора (6,8–10%) при Р/Т от 0,54 до 0,44 (рис.4).

Результаты испытания на жаростойкость, приведенные на рис. 5, показали, что прочность образцов подвергнутых выдержке при температуре 800°C, снижается на 10–60% при дозировке щелочного компонента 6,8...10%, по сравнению с прочностью, которой они обла-

дали после твердения при 105°C. Одновременное уменьшение активатора до 5–2% и увеличение Р/Т отношения до 0,57–0,66 и шлака до 14–16% повышает прочность вяжущих в 1,5–2 раза.

Развитие усадочных деформаций иллюстрируют графики, представленные на рис. 6–8. При твердении в нормальных условиях усадка вяжущих не превышает 0,4 мм/м (рис. 6). С увеличением количества щелочи и Р/Т отношения при тепловой обработке усадка возрастает с 2 до 5 мм/м (рис. 7 и 8).

Испытание на водостойкость показало, что эта характеристика увеличивается с увеличением количества добавки шлака (рис. 10). Смеси, содержащие свыше 14% шлака, 5,4–7,7% щелочи обладают максимальным коэффициентом водостойкости. Водопоглощение таких вяжущих (рис. 9) не превышает 6–9%.

Выводы:

Результатами работы была доказана перспективность использования золы-уноса в качестве сырья для производства геополлимерных вяжущих. Установлены оптимальные режимы твердения геополлимерных вяжущих на основе золы-уноса. Показано, что вяжущие набирают максимальную прочность 50–60 МПа при температуре твердения 60°C при растворо/твердом отношении менее 0,55 и дозировке щелочи и шлака свыше 6,8 и 8%, соответственно. В случае использования вяжущих при создании жаростойких материалов, содержание щелочи должно быть 5% и менее, а шлака — свыше 14%. Полученные вяжущие характеризуются усадкой не более 2 мм. Использование добавки шлака повышает водостойкость, жаростойкость и снижает водопоглощение вяжущих.

Литература:

1. Цельковский, Ю.К. Экологические и экономические аспекты утилизации золошлаков ТЭС // Энергия. — 2006. — № 4. — с. 27–34

2. Энтин, З.Б. Золы ТЭС — сырье для цемента и бетона / З.Б. Энтин, Л.С. Нефедова, Н.В. Стржалковская // Цемент и его применение. — 2012. — № 2. — с. 40–46.
3. Davidovits, J. Geopolymer Chemistry and Applications / J. Davidovits. — Saint Quentin, France: Geopolymer Institute, 2011. — 632 p.
4. Jaarsveld, J.G. S. The characterisation of source materials in fly ash-based geopolymers / J.G. S. Jaarsveld, J.S. J. Deventer, G. C. Lukey // Materials Letters. — 2003. — Vol. 57, Issue 7. — P. 1272–1280.
5. Ерошкина, Н.А. Исследование свойств бетона на основе композиционного геополимерного вяжущего, определяющих его долговечность / Н.А. Ерошкина, М.О. Коровкин, В.И. Логанина, П.А. Полуобяринов // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 3–0. — с. 58–62.

Обеспечение неприкосновенности частной жизни в беспроводных медицинских нательных вычислительных сетях

Звягинцев Богдан Игоревич, студент
Национальный исследовательский университет «МИЭТ»

В статье рассмотрены вопросы обеспечения неприкосновенности частной жизни при использовании беспроводных медицинских датчиков нательных вычислительных сетей, так как они являются ключевым элементом в развитии электронного здравоохранения.

Ключевые слова: интернет вещей, RFID, нательные вычислительные сети, беспроводные медицинские датчики, протокол аутентификации ND-PEPS, безопасность.

Введение

Интернет вещей стремительно набирает популярность в мире современных технологий. Интернет вещей имеет много перспектив развития и применения, среди которых особое внимание необходимо уделить новым научным разработкам в области медицины [1].

Беспроводные медицинские нательные вычислительные сети

В современном мире вычисления становятся повсеместными и проникают как в деловые, так и в личные среды жизни. Повсеместными они становятся в основном благодаря беспроводным технологиям. Среди всего многообразия научных решений, стоит выделить новые разработки в области здравоохранения на основе технологии «интернет вещей». Однако с появлением новых решений, появляются и новые угрозы безопасности. Так как мы говорим о здравоохранении, то здесь вопросы неприкосновенности частной жизни имеют первостепенное значение.

Необходимо заметить, что такой технологии как интернет вещей обычно не хватает вычислительных и энергетических ресурсов и поэтому обеспечение должного уровня безопасности становится трудной проблемой.

Что такое интернет вещей? Интернет вещей (англ. Internet of Things, IoT) — концепция вычислительной сети физических объектов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких

сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключаяющее из части действий и операций необходимость участия человека [2, 3].

Среди таких вычислительных сетей можно выделить нательные вычислительные сети. Уже сегодня для области здравоохранения такие системы разрабатываются на основе беспроводных медицинских датчиков. Целесообразность интегрирования таких систем в медицину обуславливается эффективностью наблюдения за пациентами хроническими заболеваниями (например, астмой), которые в последнее время становятся угрозой устойчивости системы здравоохранения из-за роста частоты их встречаемости.

Основными требованиями к таким системам являются:

1. Дешевизна системы, так как они должны быть широкодоступными.
2. Минимальное вмешательство в частную жизнь пациента.

В мире интернета вещей таким требованиям отвечает технология RFID. В теории, медицинские датчики, использующие радиочастотную идентификацию должны обеспечивать беспрепятственный сбор медицинских данных в автоматическом режиме, без вмешательства пациента в работу системы. Однако, в контексте информационной безопасности, существует ряд проблем, которые затрудняют использования нательных вычислительных сетей в медицине. Одна из них — нарушение прав на неприкосновенности частной жизни.

В данной работе рассматриваются вопросы обеспечения неприкосновенности частной жизни при исполь-

зование беспроводных медицинских датчиков нательных вычислительных сетей, так как они являются ключевым элементом в развитии электронного здравоохранения [7].

Беспроводные медицинские нательные вычислительные сети (БМНВС) должны принимать и передавать жизненно-важную информацию о пациентах, и перебои в работе системы, вызванные сбоем батареи или вмешательством злоумышленника могут привести к серьезным проблемам [6].

Для решения таких проблем, можно использовать процедуры аутентификации, так как она является базовым алгоритмом для обеспечения безопасности. В данной работе предлагается использовать алгоритм аутентификации, при котором устройства могут быть аутентифицированы перед передачей данных о пациенте.

RFID сети являются элементарным примером беспроводных сетей. Они работают используя дуплексный канал связи между ридером и меткой, где чаще всего применяются пассивные метки, которые получают энергию от ридера [8]. Данная работа специально сфокусирована на самой слабой архитектуре с ограниченными вычислительными ресурсами. Причин этому несколько. Во-первых, если способы обеспечения неприкосновенности частной жизни подходят для вычислительно слабых архитектур, их будет проще реализовать на системах, где вычислительные ресурсы не ограничены. Во-вторых, расширение функциональности увеличивает цену, но затраты на решение должны быть как можно ниже. В-третьих, решение должно обеспечивать минимальное вмешательство в деятельность пациентов, интегрированные датчики должны быть настолько маленькими, насколько это возможно.

Протоколы аутентификации RFID

Основным протоколом обеспечения неприкосновенности частной жизни в среде RFID является протокол, разработанный Окубо, Сузуки и Киношита [4]. Алгоритм работает следующим образом:

1. Метка и ридер используют две криптостойкие односторонние хеш-функции h_1 и h_2 .
2. Метка имеет начальный идентификатор (ID), а ридер ведет базу данных идентификаторов меток.
3. Когда ридер опрашивает метку, эта метка вычисляет h_2 (ID) и сохраняет это значение в качестве нового ID, в то время как она посылает ридеру значение h_1 (ID).
4. По получению, ридер хэширует все идентификаторы в базе данных функцией h_1 и ищет совпадения. Как только совпадение найдено, он заменяет ID метки на значение h_2 (ID).

В мире RFID этот протокол является одним из самых безопасных. Однако, очень большим недостатком является практический вопрос реализации, так как данный протокол может быть принужден к рассинхронизации с базой данных. Рассинхронизация происходит в результате вмешательства в работу алгоритма злоумышленника, который может просто блокировать или изменять

сообщения метки и ридера. Следовательно, в то время как метка уже обновила свой ID, ридер сохраняет старый ID этой метки в базе данных. Поэтому, при следующем опросе метки, ответы будут рассинхронизированы с последовательностью, ожидаемой базой данных.

Для решения таких проблем, был разработан новый протокол non-deterministic privacy and security enabling protocol (ND-PEPS). Он предусматривает асимметрию вычислительных мощностей между меткой и ридером. Пока метка генерирует случайные запросы, которые относятся к определенному интервалу возможных запросов (не требующие вычислений), ридер должен вычислить все возможные запросы и использовать их чтобы найти соответствие (данная операция требовательна к вычислительным ресурсам).

Такой алгоритм работает по следующему принципу:

1. Ридер и метка разделяют секрет s (может быть номером метки), имеют общий параметр k и криптостойкую одностороннюю хеш-функцию H .
2. Когда ридер хочет аутентифицировать метку, он посылает ей случайную n -битную последовательность g (это типичный подход в схемах ответа на запрос).
3. По получению, метка сравнивает пришедшую g со всеми пришедшими ранее с целью предотвращения атак, основанных на отправке «несвежих» сообщений («свежесть» сообщений — одно из ключевых требований безопасности). Если сообщение «свежее», оно ставится в память метки, устроенную по принципу FIFO (при этом самое старое сообщение удаляется).
4. Затем метка генерирует случайное значение T^r , заменяет им последние биты сообщения от ридера и добавляет результат к разделяемому секрету s . Полученная таким образом последовательность бит хешируется и отправляется ридеру.

5. По получению, ридер генерирует значение в интервале $[0, 2^k - 1]$ для всех меток, которые он отслеживает в своей базе данных чтобы получить все возможные значения хеша. Затем, используя эти значения, ридер осуществляет среди них поиск на соответствие с полученным значением, и, по нахождении идентифицирует метку.

С точки зрения безопасности, основной принцип обеспечения безопасности в этом протоколе такой же, как и в протоколе Окубо, Сузуки и Киношита. Однако, здесь угрозы рассинхронизации устранены. Секрет S зашифрован с помощью криптостойкой односторонней хеш-функции, и никогда не пересекает среду в незашифрованном виде. В дополнение, можно ввести в алгоритм таймер, который будет мешать злоумышленникам посылать большое количество сообщений, чтобы получить множество пар открытого-зашифрованного текстов, для проведения криптоанализа [5].

Протокол Аутентификации и БМНВС

Для применения такого протокола к беспроводным медицинским нательным вычислительным сетям, необхо-

можно добавить ко второму сообщению (от метки к ридеру) второй этап — передачу конфиденциальных данных о пациенте захваченных датчиком. Со стороны безопасности, как в первом сообщении, так и в первом этапе второго сообщения ничего не меняется. Что касается второго этапа второго сообщения (передача значения захваченного датчиками), характер применяемой криптостойкой односто-

ронной хэш-функции не позволяет злоумышленнику идентифицировать строку, которая является входным параметром хэш-функции. Однако, ридер зная все исходные данные, может беспрепятственно расшифровать данные полученные от датчика. Принцип работы протокола ND-PEPS в беспроводных медицинских даточных вычислительных сетях изображен на рисунке 1.

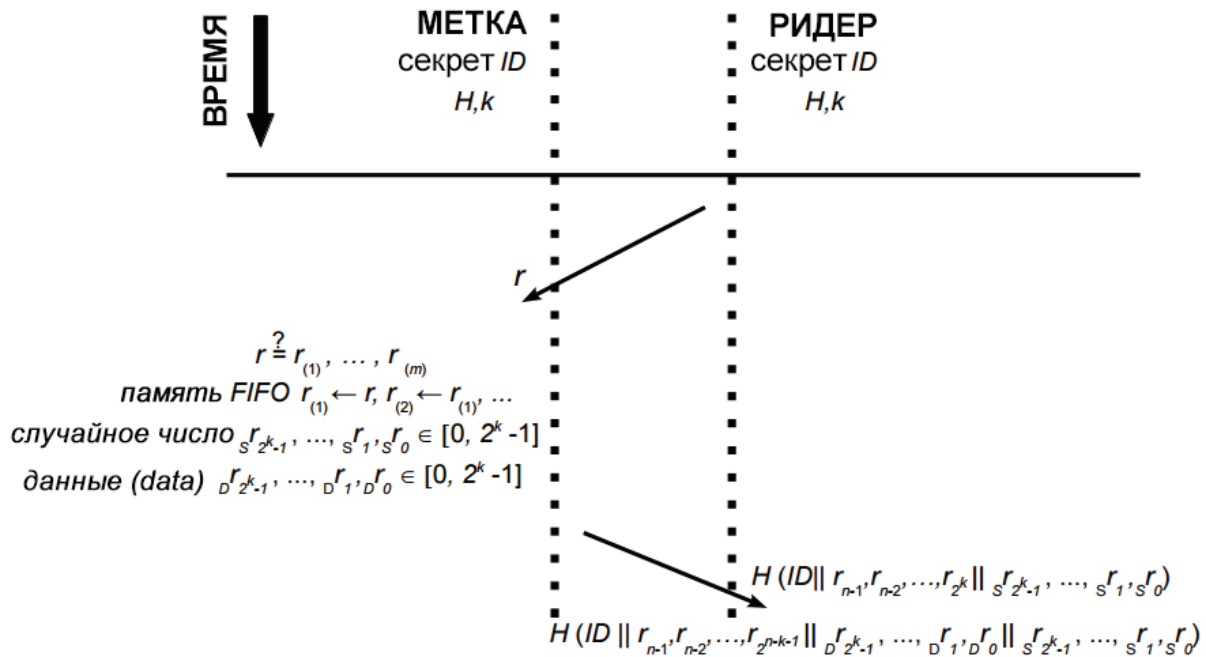


Рис. 1. Принцип работы протокола ND-PEPS в БМНВС

Заключение

ИТ-решения в области здравоохранения должны обеспечивать максимальную гибкость для пациентов, они должны быть ненавязчивыми и доступными в общественных организациях, в частности государственных ме-

дицинских учреждениях. Однако, необходимо учесть, что обеспечение неприкосновенности частной жизни является первостепенной задачей. И в этом случае, беспроводные медицинские даточные вычислительные сети являются перспективным вариантом, в особенности, когда они реализованы на такой архитектуре как RFID.

Литература:

1. Интернет вещей. Режим доступа. <http://iotconf.ru/ru/about/>. Интернет вещей.
2. ВикиПедия. Режим доступа. https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей/. Интернет вещей.
3. Gartner IT glossary. Режим доступа. <http://blogs.gartner.com/it-glossary/ru/>. Интернет вещей.
4. M. Ohkubo, K. Suzuki, S. Kinoshita, “Cryptographic approach to “privacy-friendly” tags,” Proc. of RFID Privacy Workshop, MIT, Nov. 2003;
5. Hard and Soft Security Provisioning for Computationally Weak Pervasive Computing Systems in e-Health;
6. G. Avoine, “Radio Frequency Identification: Adversary Model and Attacks on Existing Protocols,” Technical Report LASEC-REPORT-2005–001, Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne, School of Computer and Communication Sciences, Sept. 2005;
7. Варгаузин, В. Радиосети для сбора данных от сенсоров, мониторинга и управления на основе стандарта IEEE 802.15.4. // ТелеМультиМедиа. 2005. № 6;
8. Учебное пособие по курсу «Беспроводные сенсорные сети»//МИЭТ, 2007.

Результаты исследования физико-химических показателей мяса нутрий

Кагадий Виктория Васильевна, студент;
Аксенова Кристина Николаевна, студент;
Прищепа Татьяна Сергеевна, студент;

Патиева Александра Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Мануйлова Татьяна Петровна, студент
Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

За высокие вкусовые качества мясо нутрий получило широкое признание как диетический продукт. Это ценный продукт питания для детей, подростков, кормящих матерей, а также страдающих болезнями пищеварительных органов, почек и печени, сахарным диабетом, склерозом и других заболеваний [1, 2, 3].

Мясо нутрий тонковолокнистое, нежное и ароматное, легко поддающееся любой кулинарной обработке. По цвету оно схоже с говядиной, по аромату и вкусу напоминает курятину или телятину, а по вкусовым качествам, калорийности, содержанию полноценных белков, жира, минеральных веществ и витаминов — оно выше крольчатины и говядины. Испытанные кулинарные изделия из мяса нутрии: жаркое, котлеты, фрикадельки, шашлык, холодец, а свежие поджаренные печень и почки нутрии — неоценимый деликатес [4, 5, 6].

У нутрий белый жир, похож на крем с белым оттенком, и усваивается не хуже свиного. Взрослые особи могут запастись достаточное количество жира под кожей, а внутреннего, до 18% от массы, это где-то 400–600 г. Небольшая температура плавления жира (28 °C) обеспечивает хорошую усвояемость человеком [7, 8, 9].

Температура плавления, застывания и плотность жира нутрий сходна, поэтому также качественно усваивается, как допустим свиной жир от 89 до 93%.

Высокое число йода в жире нутрии говорит о высоком содержании жизненно важных непредельных жирных кислот. У нутрии полезные свойства характеризуется «мраморным», одинаковым разделением жира среди тонких волокон мышц [10, 11].

Как уже было сказано жир нутрии как крем, беловатый, легко растапливается, и отлично усваивается организмом. Животные более упитанные набирают жир в области складки коленей, около сустава локтя, у шеи на поверхности и внутри поясничной мускулатуры.

Небольшая температура плавления жира (28 °C) обеспечивает хорошую усвояемость человеком. Это выделяет у нутрии полезные свойства мяса. Ценность биологическую также несёт ещё сам жир. Ещё чем полезно мясо нутрии? Содержит 11% полиненасыщенных жирных кислот [12–16].

Из этого 10% — линолевая, но а в жире говядины эти кислоты получают 4%, ну а в жире барана — 6%. Общее содержание ненасыщенных жирных кислот где-то 61,2% не уступает свиному (всего 57,2%), бараний (только

42,3%) и говяжий, до — 47,8%. Мясо имеет тонкие волокна в мышцах и выделяется способностью хорошо удерживать влагу (более сочное), влажность которой 104%, как у мяса кролика — 100%). [17–19].

Уварка мяса нутрий при кулинарной обработке такая же, как у кролика, и составляет 3–4%.

В зависимости от возраста, пола, упитанности убойный выход мяса нутрий различается. У взрослых самцов он равен 55–60%, у самок 51–54 и у молодняка 46–48% живой массы.

В отличие от других видов мяса, мясо нутрий по цвету несколько темнее. Это можно объяснить тем, что в нем содержится значительное количество мышечного гемоглобина (800–1000 мг%, в кроличьем 150–200 мг%) [3; 5].

Мясо нутрий (без костей в тушке, внутреннего жира и субпродуктов) характеризуется следующим химическим составом. В 100 г мяса нутрии средней жирности с костями содержится:

- 140 ккал,
- 18,3 г перевариваемого протеина,
- 6 г жира,
- 4,5 г сырой золы.

Для сохранения вкусовых качеств и товарного вида мяса следует правильно проводить убой нутрий. Прежде всего необходимо удалить из тушки кровь. После снятия шкурки тушку надо охладить и для созревания мясо выдержать 8–12 ч при комнатной температуре (16–18°). Созревшее мясо нутрий нежное, сочное [20, 21, 22].

Нутрия является одним из крупных представителей семейства грызунов. По внешнему виду она напоминает бобра. Не случайно ее еще называют болотным бобром. В природе нутрия населяет заболоченные места с пресной и соленой водой, а также водоемы с медленно текущими или стоячими водами.

Родиной нутрии является Южная Америка, где в вольном состоянии она обитает в тропических с жарким влажным климатом южных широтах и в довольно суровых условиях северных районов. Основной пищей этих животных являются водные и береговые растения. мех нутрий привлекается своей оригинальной расцветкой и носкостью. По носкости он приближается к меху норки и превосходит кроличий примерно в 10 раз. На сегодняшний день было выведено разнообразное множество цветных нутрий. Питаясь в основном растительными кормами, нутрия может давать большие приплоды. Про кормление нутрии в хозяй-

стве можно почитать в отдельной статье. Животные быстро приручаются, неприхотливы в содержании. Нутрия отлично плавает и ныряет. Под водой может проплыть 100 м, не показываясь на поверхности. К обитанию в замерзающих водоемах не приспособлена: не строит надежного убежища от холода и хищников, не запасает на зиму кормов, как это делают бобр, ондатра и другие подводные грызуны. Нутрии относительно устойчивы к заболеваниям. В хозяйствах нутриеводов-любителей основой борьбы с заболеваниями зверей должна быть их профилактика.

Целью наших исследований было:

- изучить качественные показатели и технологические свойства мяса нутрий, обоснование использования мяса нутрий в технологии мясных изделий

Задачи исследований:

- провести исследования физико-химического состава и органолептических свойств мяса, проверить содержание токсичных элементов, пестицидов в мясе нутрий;
- провести исследования технологических свойств и качественных показателей мяса нутрий;

- убойный выход, выход обваленного мяса, выход других продуктов убоя, влагоудерживающая способность мяса, рН — мяса, интенсивность окраски мяса;

- на основании полученных результатов сделать выводы и предложения производству о направлении использования мяса нутрий.

Для решения поставленной цели и задач были забиты нутрии, произведена обвалка мяса, отобраны образцы, определен убойный выход, проведены исследования мяса нутрий.

Затем из мяса нутрии были выработаны опытные образцы по разработанной нами рецептуре, и проведена дегазация.

Для определения физико-химических показателей, токсичных элементов и пестицидов брали 3 образца из фарша трех тушек нутрий.

Исследования проводились в сертифицированной лаборатории Северо-Кавказский НИИ животноводства.

Результаты исследований физико-химических показателей представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические показатели трех образцов мяса нутрий

Наименование показателей	НД на методы испытаний	Результаты анализа		
		Min	Max	m ср.
рН мяса	ГОСТ Р 51478–99	5,74	5,8	5,76
Массовая доля влаги,%	ГОСТ 9793–61	125	130	125
Массовая доля белка,%	ГОСТ 25011–81, п.2	63,2	66,1	64,9
Массовая доля жира,%	ГОСТ 23042–86, п.2	68,1	71,0	69,5
Массовая доля золы,%	ГОСТ 26929–94	18,28	19,75	19,22
Триптофан мг/100 г продукта	ГОСТ 50207–92	8,43	10,17	9,49
Оксипролин мг/100 г продукта		1,0	1,0	1,0
Белково-качественный показатель		6,2	10,6	8,1

Как видно из таблицы, в мясе нутрии показатель:

- рН после убоя несколько ниже, чем у свинины 3 группы (рН=6,3);
- влаги выше, чем у говядины (74,8), и выше, чем у свинины (74,6);
- белка превосходит показатели белка говядины (21,6) и свинины (20,4).

В наших исследованиях белково-качественный показатель во всех образцах был в пределах нормы, что свидетельствует о высоком качестве мяса.

Результаты исследований токсичных элементов представлены в таблице 2.

Результаты исследований содержания пестицидов токсичных элементов представлены в таблице 3.

Таблица 2. Содержание токсичных элементов в трех образцах мяса нутрий

Наименование показателей	НД на методы испытаний	Допустимый уровень	Результаты анализа
			m ср.
Свинец, мг/кг	ГОСТ 30178–96	не более 0,5	0,080±0,04
Мышьяк, мг/кг	ГОСТ 26930–86	не более 0,1	менее 0,0025 ^х
Кадмий, мг/кг	ГОСТ 30178–96	не более 0,05	0,01±0,01
Ртуть, мг/кг	МУ № 5178–90	не более 0,03	менее 0,005 ^х

Таблица 3. Показатели содержания пестицидов в трех образцах мяса нутрий

НД на методы испытаний	Наименование показателей	Доп. уровень	Результаты анализа
			т ср.
Метод определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. Под редак. М. А. Клисенко, т. 1, 1992., изд. «Колос»	гексахлорцикл-логексан, мг/кг (α , β , γ -изомеры)	не более 0,1	<0,004
	ДДТ и его метаболиты, мг/кг	не более 0,1	<0,004

Анализ результатов исследуемого мяса на содержание тяжелых металлов, пестицидов (в соответствии с таблицами 2–3) свидетельствуют, что все образцы по содержанию данных показателей: соответствуют ПДК — установленным требованиям.

Выводы: анализы результатов, полученных нами в ходе исследований, свидетельствует о высоком качестве мяса нутрий, что служит основанием для использования мяса нутрий в технологии мясных изделий

Литература:

- Патиева, С. В. Технология детских антианемических колбасных изделий / С. В. Патиева. — Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 145 с.
- Устинова, А. В. Новое поколение функциональных колбасных изделий для коррекции железодефицитных состояний / А. В. Устинова, Н. Е. Солдатова, С. В. Патиева // Все о мясе. — 2007. — № 2. — с. 23–25.
- Качественная оценка колбасок для питания детей в процессе хранения / Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева, А. А. Нестеренко и др. // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 07 (101). с. 1741–1754. — IDA [article ID]: 1011407113. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/113.pdf>, 0,875 у.п.л.
- Рациональное использование биологически ценных продуктов убоя животных в мясных технологиях [Текст] / Н. В. Тимошенко [и др.] // Молодой ученый. — 2015. — № 5.1. — с. 49–53.
- Патиева, С. В. Технология функциональных колбасных изделий для коррекции железодефицитных состояний у детей. Монография. Краснодар, 2009—172с.
- Устинова, А. В. Рубленые полуфабрикаты для питания при повышенных физических нагрузках / А. В. Устинова, Н. Е. Белякина, И. К. Морозкина, Н. В. Тимошенко, А. М. Патиева // Мясная индустрия. — 2007. — № 4. — с. 22–28.
- Патиева, А. М. Жирнокислотный состав шпика свиней датской породы // А. М. Патиева, С. В. Патиева, В. А. Величко // Вестник НГИЭИ. — 2012. — № 8. — с. 69–82.
- Забашта, Н. Н. Производство органического мясного сырья для продуктов питания / Н. Н. Забашта, Е. Головкин, С. В. Патиева. — Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. — 205 с.
- Аксенова, К. Н. Влияние углеводов на технологический процесс производства и качественные показатели сырокопченых колбас [Текст] / К. Н. Аксенова, Т. П. Мануйлова, А. М. Патиева // Молодой ученый. — 2014. — № 7. — с. 98–100.
- Тимошенко, Н. В. Разработка технологии лечебно-профилактических колбасных изделий для детей школьного возраста / Н. В. Тимошенко, А. М. Патиева, С. В. Патиева, С. Н. Придачая // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2012. — Т. 1. № 35. — с. 377–384.
- Приемы оптимизации рецептурных композиций специализированных колбасных изделий для детского питания / Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева, А. М. Патиева, К. Н. Аксенова // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 06 (100). с. 988–1004. — IDA [article ID]: 1001406065. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/65.pdf>, 1,062 у.п.л.
- Тимошенко, Н. В. Разработка технологий рубленых мясорастительных полуфабрикатов для людей, предрасположенных или страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями / Н. В. Тимошенко, А. М. Патиева, С. В. Патиева, М. П. Коваленко // Труды Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар: КубГАУ, — 2008. — Т. 1. № 15. — с. 176–179.
- Аксенова, К. Н. Создание и исследование свойств консорциума микроорганизмов для обработки мясного сырья [Текст] / К. Н. Аксенова, Т. П. Мануйлова, А. М. Патиева // Молодой ученый. — 2014. — № 7. — с. 100–103.

14. Мануйлова, Т. П. Особенности питания детей, страдающих или предрасположенных к анемии [Текст] / Т. П. Мануйлова, Н. В. Потрясов, А. М. Патиева // Молодой ученый. — 2014. — № 8. — с. 210–214.
15. Нагарокова, Д. К. Анализ российского рынка полуфабрикатов [Текст] / Д. К. Нагарокова, А. А. Нестеренко // Молодой ученый. — 2015. — № 2. — с. 175–178.
16. Нестеренко, А. А. Функционально-технологические свойства модельного фарша при действии стартовых культур / А. А. Нестеренко, Н. В. Кенийз // Наука и мир. — 2015. — Т 2 — № 3 — с. 75–77.
17. Тимошенко, Н. В. Использование пищевого волокна при корректировке мясосодержащей продукции для людей, имеющих избыточную массу тела [Текст] / Н. В. Тимошенко, А. М. Патиева, Е. П. Лисовицкая // Молодой ученый. — 2014. — № 18. — с. 294–297.
18. Тимошенко, Н. В. Применение оптимизации рецептурных композиций колбасных изделий [Текст] / Н. В. Тимошенко, А. М. Патиева, Д. К. Нагарокова // Молодой ученый. — 2014. — № 17. — с. 103–106.
19. Интенсификация процесса изготовления сырокопченых колбас (инновационные технологии): монография / Н. В. Тимошенко, А. М. Патиева, А. А. Нестеренко, Н. В. Кенийз. — Краснодар: КубГАУ, 2015. — 163 с.
20. Тимошенко, Н. В. Развитие сырьевой базы мясной отрасли, прогноз на будущее [Текст] / Н. В. Тимошенко, Д. С. Шхалахов, А. А. Нестеренко // Молодой ученый. — 2015. — № 5.1. — с. 56–60.
21. Кенийз, Н. В. Анализ рынка полуфабрикатов в России / Н. В. Кенийз, А. А. Нестеренко, С. С. Сыроваткина // Науч. журн. КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2015. — № 01 (105). с. 566–580. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/32.pdf>.
22. Кенийз, Н. В. Оптимизация рецептур колбасных изделий в условиях реального времени / Н. В. Кенийз, А. А. Нестеренко, Д. С. Шхалахов // Науч. журн. КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 08 (102). с. 1113–1126. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/71.pdf>.
23. Сыроваткина, С. С. Современное состояние производства мясных полуфабрикатов в России / С. С. Сыроваткина, А. А. Нестеренко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2014. — № 51. — с. 141–144.

Управление качеством строительных технологий на основе обобщенного критерия качества

Камбург Владимир Григорьевич, доктор технических наук, профессор;
Бодажков Никита Юрьевич, аспирант;
Агафонкина Наталья Викторовна, кандидат технических наук, доцент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

В работе предложен новый подход к описанию и оптимизации интегрального критерия качества выбранных свойств системы методами нелинейного программирования, где в качестве параметризации выбираются стоимостные характеристики. Приведены примеры постановок задач и алгоритмы их решения для получения оптимальных по стоимости сухих строительных смесей, удовлетворяющих заданным техническим требованиям по их свойствам. Обоснованы критериальные соотношения для нахождения рациональных путей их улучшения.

Ключевые слова: шкалирование, интегральный критерий качества, стоимостная параметризация, минимизация, задача с ограничениями, рациональные пути.

Quality management of construction technologies on the basis of a General criterion of quality

Kamburg V. G., Bodazhkov N. Y., Agafonkina N. V.

In this paper we propose a new approach to the description and optimization of integrated quality criterion is selected, the system properties by methods of nonlinear programming, where the parameterization chosen cost characteristics. Examples of formulations of problems and algorithms for their solution to obtain the optimal cost of dry mixes that meet the specified technical requirements on their properties. Justified criterion relationships for the rational ways of their improvement.

Key words: scaling, the integral criterion of quality, cost parameterization, minimization, task constraints, rational way.

Одними из работоспособных инструментов оценки и управления качеством системы являются, как известно [1–3], интегральные (обобщенные) критерии качества. Факторизация свойств системы, оценка каждого из факторов в отдельности и их весовых вкладов в общий критерий позволяют оценить его общее значение, а также выделить основные факторы, влияющие на его возрастание (рост качества), а значит обосновать оптимальные пути приращения качества, т.е. возможность управления. Как правило, факторы в своем содержательном (физическом) смысле и размерностях между собой несравнимы, а аргументы, от которых они зависят, также изменяются в различных пределах. Задача количественного сравнения свойств решается известными методами шкалирования переменных [4]. Очевидно, что задача сопоставления уровня влияния каждого из факторов на результирующее значение интегрального критерия и путей повышения его значения каждый раз сводится к выбору общих характерных параметров меры влияния частных факторов на весь критерий. Выбор таких параметров определяется содержательной стороной решаемой проблемы.

Для многих задач оптимизации и в первую очередь касающихся хозяйственной деятельности, таким параметром, служит стоимость. В настоящей работе предложен один из возможных подходов к оптимизации интегрального критерия качества путем параметризации всех частичных факторов через стоимостные характеристики. Если под оптимальным понимать критерий оптимальности

$$K^{\text{опт}} : (\exists_i) (y_i^j \in \delta | \delta_i \rightarrow \delta^{\text{доп}})$$

а правилом, согласно которому j — я система считается оптимальной по i — у показателю качества следующим: существует, хотя бы один частный показатель y_i^j , значение которого принадлежит области адекватности, а радиус этой области по этому показателю оптимален. Выбирая в качестве общего размерного аргумента стоимость, а в качестве y_i^j нужные для данной задачи показатели, будем искать максимум значения интегрального критерия при минимальных затратах. Для этого необходимо построить математическую модель решаемой задачи, в качестве целевой функции обосновать вид интегрального критерия и каждого из факторов, привести их к безразмерной форме, сформулировать ограничения на переменные и найти решение полученной оптимизационной задачи либо известными методами, либо развить методы, учитывая специфику содержательной задачи.

Заметим, что наряду с нахождением оптимального значения стоимости и качественного состояния системы такой системы, можно ставить задачи выбора рациональных путей повышения уровня качества, влиянием на выбранный фактор или группу факторов по заданной стоимости, например, решать задачу управления качеством с минимизацией затрат.

Покажем это на примере интегрального критерия в виде линейной свертки

$$Z = \sum_j \alpha_j K_j \quad j = 1, \dots, l \quad (1)$$

естественного условия нормирования: $\sum_j \alpha_j = 1, 0 \leq \alpha_j \leq 1$ — весовые множители $K_j \geq 0$ — частные критерии свойств системы для одной из одной из оптимизационных задач создания строительных материалов.

Задача 1.

Найти состав компонентов (x_1, \dots, x_n) с заданными удельными стоимостями (c_1, \dots, c_n) , обеспечивающий максимальное значение интегрального критерия Z при минимальной удельной стоимости общего состава смеси

$$S = \sum_i c_i x_i \text{ и заданных ограничениях.}$$

$$\begin{aligned} & \max Z(x_1, \dots, x_n), \min S \\ & \min x_i \leq x_i \leq \max x_i, \quad i = 1, \dots, n \\ & 0 \leq K_j(k_1, \dots, k_p) \leq 1, \quad j = 1, \dots, l \\ & \min k_j \leq k_j \leq \max k_j, \quad j = 1, \dots, p \end{aligned} \quad (2)$$

Ограничения определяются нормативными документами, экспертными оценками, приобретённым опытом и др. При такой параметризации все функции многих переменных, зависящие от составов, становятся функциями от одной. стоимостной переменной S , а выражение (1) можно рассматривать, как стоимостной интегральный критерий качества.

Задача 2.

Обосновать принятие решений по вложению затрат заданного уровня в приращение значения определенного частного критерия или группы критериев качества для повышения общего качества системы.

Рассмотрим выражение полного дифференциала интегрального критерия в некоторой выбранной точке.

$$\begin{aligned}
 Z - Z_0 &= \alpha_1 \left(\frac{\partial Z}{\partial K_1} \right)_0 (K_1 - K_1^0) + \dots + \alpha_l \left(\frac{\partial Z}{\partial K_l} \right)_0 (K_l - K_l^0) = \\
 &= \left[\alpha_1 \left(\frac{\partial Z}{\partial K_1} \right)_0 \left(\frac{\partial K_1}{\partial S} \right)_0 + \dots + \alpha_l \left(\frac{\partial Z}{\partial K_l} \right)_0 \left(\frac{\partial K_l}{\partial S} \right)_0 \right] * (S - S_0)
 \end{aligned} \tag{3}$$

где нулевым индексом и без него обозначены значения параметров в зафиксированной нулевой и произвольной точках. K_j — шкалированные коэффициенты j -го свойства материала, зависящие от частных критериев качества

$k_i = k_i(x_1, \dots, x_n)$, $i = 1, \dots, p$, $\left(\frac{\partial Z}{\partial K_l} \right)_0, \left(\frac{\partial K_l}{\partial S} \right)_0$ - соответствующие частные производные от свойств и стоимости.

Шкалирование производится либо из экспериментальных данных по стандартным методикам (что предпочтительнее, но не всегда возможно) [4], либо с использованием экспертных оценок и функции Харрингтона (как правило, ввиду отсутствия более обоснованных данных) [5]. Численное значение Z характеризует состояние системы, а его выражение (3) позволяет анализировать влияние каждого из факторов на изменение критерия качества при изменении удельной стоимости частного фактора на величину удельной стоимости $S - S_0$ и оценивать его стоимостной вклад в общее значение критерия при условии роста Условие роста $Z - Z_0 \geq 0$.

В линейном приближении, из полного приращения для выбранной стадии состояния K_1^0, \dots, K_l^0 согласно (3)

$$Z = Z_0 + \left[\alpha_1 \left(\frac{\partial Z}{\partial K_1} \right)_0 \left(\frac{\partial K_1}{\partial S} \right)_0 + \dots + \alpha_l \left(\frac{\partial Z}{\partial K_l} \right)_0 \left(\frac{\partial K_l}{\partial S} \right)_0 \right] * (S - S_0) \tag{4}$$

Таким образом, переход системы из одной стадии состояния с независимыми частными характеристиками K_1^0, \dots, K_l^0 в другое, с характеристиками K_1, \dots, K_l , можно проанализировать, как изменение общего критерия Z , так и изменение вкладов каждого из частных факторов.

Для прогноза изменения стадии состояния системы рассмотрим влияние каждого из частных факторов на ее поведение. При этом частные приращения шкалированных единиц, легко приводимых к реальным размерным физическим единицам через обратные взаимно-однозначные преобразования, характеризуют уровень необходимых финансовых затрат для перевода системы в качественно лучшее состояние. Сравнительным анализом приращений частных факторов и или группы факторов можно выбрать больший рост общего критерия с меньшими затратами, что позволяет управлять процессом выбора рациональных путей повышения качества системы.

Алгоритм такого выбора включает следующие основные стадии:

1. Определение частных производной от интегрального критерия и составляющих от полученной эмпирической (МНК) зависимости K_j или функции Харрингтона от состава и удельной стоимости S .
2. Выбор вектора желательного изменения признака K_j для текущего состояния интегрального критерия Z_0 в состоянии Z .
3. Определение затрат на перевод системы в очередное состояние качества с использованием значений стоимости для таких изменений.

Практическое применение указанного алгоритма позволяет оценить общее состояние системы, находящейся под управляемым воздействием, обосновать способ улучшения и выбрать рациональные пути перевода её в более качественное состояние.

Эффективность применения такого подхода будет зависеть от обоснованности выбранного интегрального критерия качества и методов численного решения оптимизационной задачи (1)-(2).

Заметим, что если удастся связать свойства системы и её качества непосредственно со стоимостью, то алгоритм нахождения максимума критерия формализуется вместе с анализом частных производных, например для вышеупомянутых задач строительства, из (3) несложно получить:

$$\begin{aligned}
 Z &= Z_0 + \left[\alpha_1 \left(\frac{\partial Z}{\partial K_1} \right)_0 \left(\frac{\partial K_1}{\partial S} \right)_0 + \dots + \alpha_l \left(\frac{\partial Z}{\partial K_l} \right)_0 \left(\frac{\partial K_l}{\partial S} \right)_0 \right] * (S - S_0) = \\
 &= Z_0 + \left[\alpha_1 \left(\frac{\partial Z}{\partial K_1} \right)_0 \sum_i^n \left(\frac{1}{C_i} * \left(\frac{\partial K_1}{\partial X_i} \right)_0 \right) + \dots + \alpha_l \left(\frac{\partial Z}{\partial K_l} \right)_0 \sum_i^n \left(\frac{1}{C_i} * \left(\frac{\partial K_l}{\partial X_i} \right)_0 \right) \right] * (S - S_0) \tag{5}
 \end{aligned}$$

Отсюда видно, что каждый из членов несёт содержательный смысл при переходе в очередное состояние системы на единицу удельной стоимости и может быть проанализирован с рекомендациями для содержательного решения поставленной задачи.

Пример практической реализации данного подхода в виде задачи 1, подробно рассмотрен авторами [6,7], а в виде задачи 2 реализован также на задачах, связанных с выбором рациональных путей восстановления территорий, нарушенных строительством [8,9].

Литература:

1. Институт экономики и управления Киевского славистического университета. [Электронный ресурс] URL: http://elenagavriale.narod.ru/TPR/Lekciya_25.pdf (Дата обращения: 30.02.2015).
2. Трошин, А. Г., Камбург В. Г. Оценка и прогноз для управления процессом центробежного отжима зернистых материалов по уровню содержания пленочной влаги. Региональная архитектура и строительство. 2014. № 1. с. 150–155.
3. Камбург, В. Г., Питак И. В., Моисеев В. Ф., Питак О. Я. Управление инвестиционно-строительным проектированием в жилищной сфере. Региональная архитектура и строительство. 2012. № 2. с. 181–187.
4. Ахназарова, С. Л., Кафаров В. В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. Издание 2-е изд., доп. и перераб. М.: ВШ.1985, 166 с.
5. Бубнов, Е. А., Скороходов Д. А., Шкалирование входной информации в корабельных системах информационной поддержки. Вахтенный журнал, издательство «Гринда», № 12/2007
6. V. I. Loganina, V. G. Kamburg, L. V. Makarova, N. Y. Bodazhkov // Method of building optimization of composites based on the criterion analysis // journal of innovative technology and education Vol. 7, no. 28, HIKARI Ltd, Bulgaria 2014. St 1555–1563.
7. Камбург, В. Г., Логанина В. И., Бодажков Н. Ю., Макарова Л. В. Оптимизация состава сухих строительных смесей с учетом их стоимости // Известия вузов. Строительство: Научно-теоретический журнал. — Новосибирск. 2014. № 6. с. 44–50.
8. Tupitsyna, O., Kamburg V., Bodazhkov N., Bykov D. Criteria management of a choice of effective ways of a recreation of the territories broken by technogenic influence. interdisciplinary integration of science in technology, education and economy, Poland, 2013. 637–645
9. Тупицина, О. В., Камбург В. Г., Чертец К. Л., Быков Д. Е. Критериальная оценка состояния нарушенных геосистем. // Нефтегазовое дело № 4/2012. с.231–241.

Исследование точности и устойчивости критериальных стоимостных оценок строительных материалов к погрешностям во входных данных методами имитационного моделирования

Камбург Владимир Григорьевич, доктор технических наук, профессор;
Бодажков Никита Юрьевич, аспирант
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

В настоящей работе методами имитационного моделирования исследуется влияние входных погрешностей в начальных данных и естественных ограничениях по содержанию компонентов смесей на расчетные параметры оптимальных по свойству и стоимости составов сухих строительных смесей. Приводятся результаты имитационного моделирования соответствующим модельным и реальным системам [1–3].

Ключевые слова: имитационное моделирование, интегральный критерий, параметры стоимости, функции минимизации MathCAD 15.

A study of the accuracy and the stability criterion of valuation of building materials to inaccuracies in the input data simulation methods

Kamburg V. G. Bodazhkov N. Y.

In the present work, simulation methods we investigate the effect of input errors in the initial data and the natural restrictions on the content of components of mixtures on the optimal design parameters for the property and the cost of dry building mixtures. The results of simulation corresponding model and real systems [1–3].

Key words: imitational modeling, integral criterion, the parameters of the cost function minimization MathCAD 15.

В работе [4] предложен новый метод и алгоритм получения оптимальных значений компонентов составов строительных материалов из условия минимальной стоимости и выполнение естественных ограничений качества строительной продукции на основе получения оптимальных значений параметров стоимостного интегрального критерия качества методами имитационного моделирования. Предложенный алгоритм в качестве ключевого звена включает в себя задачу определения оптимального состава x_i^0 при заданных стоимостях c_i и ограничениях [1] из следующего уравнения

$$S^0 = \sum_i^n c_i x_i \tag{1}$$

Таким образом, для найденного оптимального S^0 на первом этапе решения задачи, необходимо определить соответствующие оптимальные значения x_i^0 . Сводя эту задачу к задаче квадратичного программирования — нахождения минимума функции (2) по вектору (x_1, \dots, x_n) :

$$F(x) = (S^0 - \sum_i^n c_i x_i)^2 \tag{2}$$

можно утверждать, что она имеет единственное решение. Мы отдаем себе отчет, что в силу вида целевой функции минимизации, а также возможной ее «овражистости», многое зависит от начальных приближений [5], поэтому в выборе начальных приближений мы использовали различные варианты. Учитывая характерные значения для S^0 и ограничений необходимо получить реальные практические оценки для устойчивости и коридоров погрешностей в находимых x_i в зависимости от погрешностей и ограничений входных данных. Для этого нами использовался классический подход имитационного моделирования [6], использованный авторами в решении задач строительства, напр. [7–8]. В качестве модельных выбиралось следующее: уравнение (1), значения стоимости $0.1 \leq S \leq 0.5$ с ограничениями $\min x_i \leq x_i \leq \max x_i$, и значениями c_i (табл.1.), характерными для реальных многокомпонентных систем:

$$5 < x_0 < 35; 0.5 < x_1 < 10; 55 < x_2 < 70; 0.05 < x_3 < 2; 0.55 < x_4 < 0.8; 17 < x_5 < 20; 0.1 < x_6 < 1 \tag{3}$$

Точные модельные значения x_i в уравнении (1) и ограничениях (3) «портилось» на 3 %, 5 %, 10 %, 20 %, 30 %, затем по «испорченным» данным находились восстановленные значения компонентов. Далее подсчитывались среднее значение \bar{X} и относительный эмпирический стандарт

$$\bar{X} = \frac{\sum_i^n X}{n}, \bar{S} = \frac{\sqrt{\sum_i^n (\bar{X} - X)^2}}{\bar{X}} \tag{4}$$

n- количество серий расчетов, X — восстановленные значения компонентов.

Для оценки погрешности оптимальных компонентов смеси брался конкретный пример, условной стоимостью $S=0.254$ на 100г. навески. С заданными ограничениями по компонентам

$$15 < x_0 < 22; 0.9 < x_1 < 5; 59.1 < x_2 < 62; 0.13 < x_3 < 1.5; 0.63 < x_4 < 0.64; 18.8 < x_5 < 19.9; 0.15 < x_6 < 0.75 \tag{5}$$

Таблица 1. Цены компонентов

Компоненты	Цена
Известь, кг	5
ГСК, кг	13
песок, кг	0.15
С-3, кг	49
Neolith, кг	75
наполнитель: кг	
желтый	175
синий	230

и точным начальным приближением x_i

$$x_1 = 15.24, x_2 = 4.57, x_3 = 59.45, x_4 = 0.14, x_5 = 19.81, x_6 = 0.15.$$

Далее при помощи функции rnd среды mathcad начальное приближение x_i «портилось» на 3 %, 5 %, 10 %, 20 %, 30 % и просчитывалось 1000 раз. Из полученных результатов подсчитывалась среднее значение \bar{X} и относительный эмпирический стандарт рис. (1, 2)

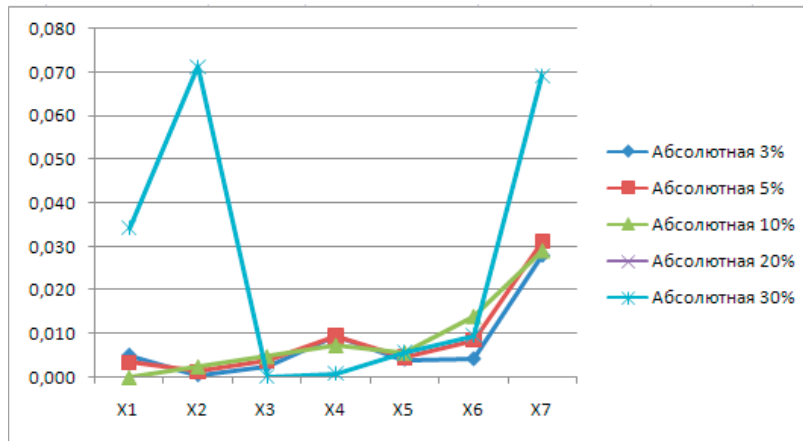


Рис.1. Среднее значение \bar{X} имитационное выборки n=1000

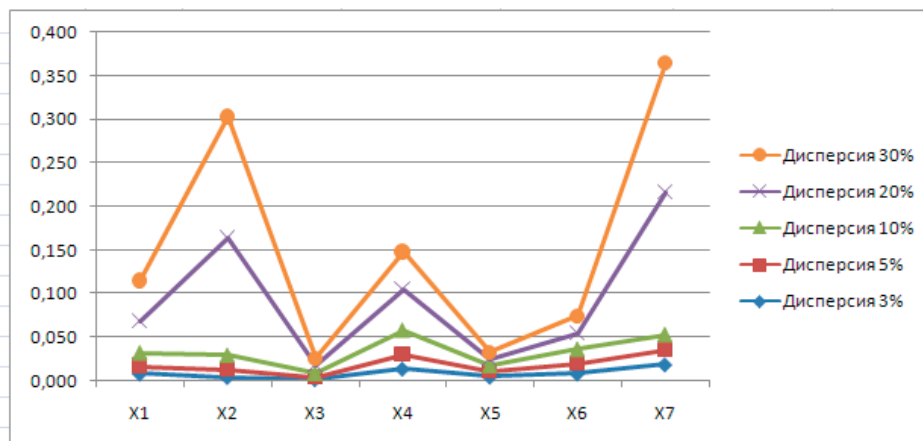


Рис. 2. Относительный эмпирический стандарт n=1000

Для более детального анализа выберем компоненты x_i , которые имеют максимальные, минимальные и средние значения Рис. (3,4).

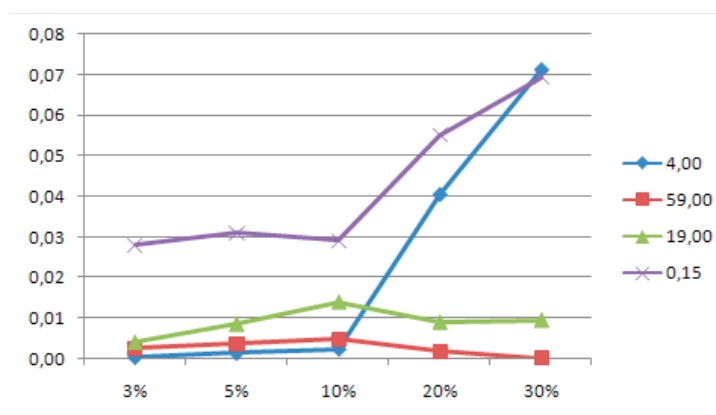


Рис.3. Среднее значение \bar{X} имитационное выборки n=1000

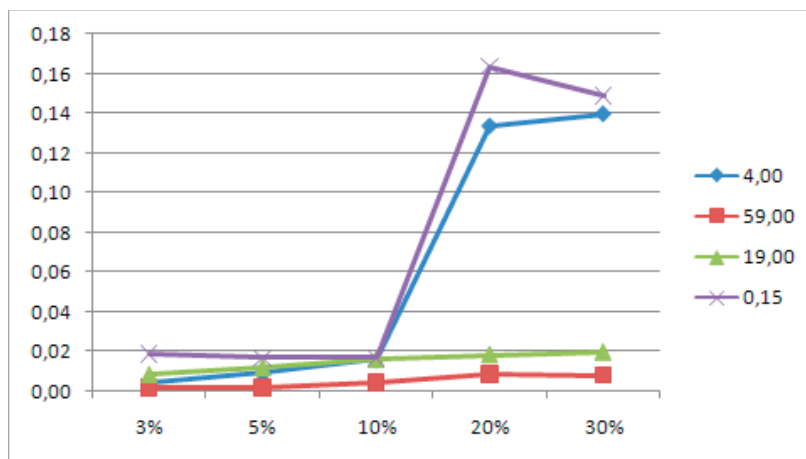


Рис. 4. Относительный эмпирический стандарт n=1000

По графикам можно определять погрешность оценок содержания компонентов x_i при различных погрешностях начальных приближений (3 %, 5 %, 10 %, 20 %, 30 %).

Несмотря на большую начальную погрешность, конечные результаты варьируются в пределах 7 % по средним значениям \bar{X} и до 16 % относительного эмпирического стандарта, это связано с тем, что допустимый диапазон содержательных ограничений на компонентный состав, меньший имитационной погрешности [9].

В рассматриваемом случае были получены следующие значения. Состав 0.254.

Таблица 2. Полученные компоненты

известь, %	ГСК, %	песок, %	С-3, %	Neolith, %	H2O, %	наполнитель, %	стоимость, удельных ед.
15.276	4.578	59.466	0.14	0.64	19.822	0.15	0,254

Литература:

1. Логанина, В.И., Камбург В.Г., Бодажков Н.Ю., Макарова Л.В. Оптимизация состава сухих строительных смесей с учетом их стоимости. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2014. № 6 (666). с. 44–50.
2. Kamburg, V. G., Bodazhkov N. Y., Loganina V. I., Makarova L. V. Method of building optimization of composites based on the criterion analysis // journal of innovative technology and education Vol. 2, НИКАРИ Ltd, Bulgaria 2014.
3. Kolodyazhny, S. A., Kavygin A. A., Kamburg V. G. Experimental research of the plate cross-counterflow heat exchanger in freezing conditions. Scientific herald of the voronezh state university of architecture and civil engineering. construction and architecture. 2014. № 4 (24). с. 7–16.
4. Камбург, В. Г., Бодажков Н. Ю., Агафонкина Н. В. Управление качеством строительных технологий на основе обобщенного критерия качества. Молодой ученый. 2015. — № 92 (12).
5. Пшеничный, Б. Н., Данилин Ю. М. Численные методы в экстремальных задачах [Текст]. — М.: Наука, 1975. — с. 320.
6. Строгалев, В. П., Толкачева И. О. Имитационное моделирование. — МГТУ им. Баумана, 2008. — с. 697–737.
7. Kamburg, V. G., Shitov V. V. Mathematical modeling and intensification of condensation gravity fine air filter operation. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. 2011. № 2. — с. 35–44.
8. Логанина, В., Камбург В. Г., Учаева Т. В. Удосконалення системи контролю якості будівельних матеріалів та виробів. Технологічний аудит і резерви виробництва. 2012. Т. 1. № 1 (3). — с. 13–16.
9. Корниенко, В.С. Математическая статистика. Решение задач по теме: «Проверка статистических гипотез». Методическая разработка [Текст]. Волгогр. гос. с. — х. акад. Волгоград, 2010. — С.68.

Метод определения площади дефектных участков поверхности при тепловизионном контроле

Киселев Александр Игоревич, студент
Волгоградский государственный технический университет

В статье дан алгоритм определения площади дефектных участков поверхности при тепловизионном обследовании и рассмотрены причины погрешностей при проведении тепловизионного контроля, а также факторы, влияющие на погрешность контроля.

Ключевые слова: определения площади дефектных участков, коэффициент излучения материала, погрешность тепловизионного контроля, энергоаудит тепловых потерь.

На сегодняшний день при проведении энергетического обследования, экспертизы промышленной безопасности и проведении тепловизионного контроля зданий и сооружений нельзя обойтись без применения тепловизионной техники. Обязательными являются обследование тепловизором при сдаче в эксплуатацию новостроек, домов после капитального ремонта и в процессе государственного строительного надзора.

Область применения тепловизионных техники при обследовании зданий и сооружений, электросетей, электроприборов, тепловых сетей, котлов и прочего оборудования. Для поддержания определенного температурного режима поверхности перечисленного оборудования с помощью тепловизионного оборудования проводится оценка технического состояния

В комплекс тепловизионного обследования объекта входит определение сопротивления теплопередаче в зоне без температурных аномалий с последующим измерением температурного поля поверхности ограждающих конструкций рассматриваемого объекта, или измерением температурных полей поверхностей объекта, между которыми существует температурный перепад.

Вычисление теплового потока на исследуемом участке

Вычисление сопротивления теплопередачи дает представление о тепловых потерях через поверхность. Термическое сопротивление слоя ограждающей конструкции можно определить [4]:

$$R = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}}{q}, \quad (1)$$

где R — сопротивление теплопередачи, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$; $t_{\text{вн}}$ — температура внутренней поверхности стены, К ; $t_{\text{нар}}$ — температура наружной поверхности стены, К ; q — плотность теплового потока с поверхности стены, $\text{Вт} / \text{м}^2$.

При измерении температурных полей наружных ограждающих конструкций выявляются участки, температура которых значительно отличается от температуры окружающей поверхности, такие участки называются температурными аномалиями. Наличие температурных ано-

малий на поверхности свидетельствует о ненадлежащей работе оборудования, дефектах, возникших в ходе работы и прочих характерных проблемах.

В большинстве случаев участки с температурными аномалиями подвергаются детальному обследованию на предмет тепловых потерь за рассматриваемый период.

Для вычисления реального значения теплового потока с исследуемого участка применяют формулу [4]:

$$Q = F \cdot q = F \cdot \alpha \cdot (t_{\text{п}} - t_{\text{в}}) \quad (2)$$

где Q — тепловой поток с рассматриваемой поверхности, Вт ; F — площадь рассматриваемой поверхности, м^2 ; q — плотность теплового потока, $\text{Вт} / \text{м}^2$; $t_{\text{п}}$ — температура рассматриваемой поверхности, К ; $t_{\text{в}}$ — температура воздуха вблизи объекта K , α — коэффициент пропорциональности, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Тепловизионная техника и программное обеспечение, предназначенное для обработки термограмм, не имеет возможности измерения площади температурного поля рассматриваемой поверхности. Специалист при определении площади дефектных участков полагается на натурные измерения.

Измеренная информация сильно зависит от ряда влияющих величин, таких как:

1. дистанция до объекта;
2. излучательная способность (ϵ);
3. температура воздуха вблизи объекта ($t_{\text{в}}$);
4. скорость ветра вблизи рассматриваемой поверхности;
5. неточность измерения площади рассматриваемого температурного поля

Метод вычисления площади исследуемого участка

Метод вычисления площади основан на подсчете точек, попавших в рассматриваемую температурную область, и вычислении площади как отношению количества подсчитанных точек, к общему числу точек, умноженному на площадь изучаемой поверхности.

Для определения площади поверхности с заданной температурой, на выделенном участке термограммы с известной площадью необходимо задать ряд исходных

данных. К исходным данным относится площадь рассматриваемой поверхности, например, это площадь фасада исследуемого здания.

Площадь поверхности рассматриваемого объекта вычисляется на основе паспортных данных или измеряется. Для расчета необходима термограмма, максимальное и минимальное значение температуры на ней. Далее понадобится ввести границы температуры для вычисляемой площади.

Если изображение не в формате bmp конвертируем в него. Затем выделяем исследуемую область.

Каждый пиксель bmp — изображения несет информацию о своем цвете из модели RGB (цветовая модель изображения, которая состоит из трех компонентов R — red, G — green, B — blue). Значение каждой компоненты RGB может быть в пределах от 0 до 255. Это дает возможность закодировать 16777216 цветов.

Значение цвета RGB удобнее хранить в hex формате (шестнадцатерично), где значение каждой компоненты

находятся в пределах от 00 до FF. Комбинация 000000 — соответствует черному цвету, FFFFFFFF — белому.

Создаем коллекцию, в которой каждому значению в hex формате соответствует значение температуры.

Для определения площади введем счетчик пикселей. Проверяем каждый пиксель, если принадлежит границам измерения, тогда увеличиваем счетчик пикселей

Для нахождения площади разделим посчитанное количество пикселей на число пикселей в исследуемой области и умножим на площадь изучаемой поверхности

На выходе мы получаем площадь пикселей в заданном температурном диапазоне.

На рисунке 2 приведена термограмма фасада цеха на машиностроительном предприятии. Для выделенного участка Выделенная ограждающая конструкция представляет собой ворота цеха, выполненные из железных окрашенных листов. При проведении тепловизионной съемки для железа по справочным данным был выбран коэффициент излучения 0,85 [2].



Рис. 1. Алгоритм определения площади дефектных участков

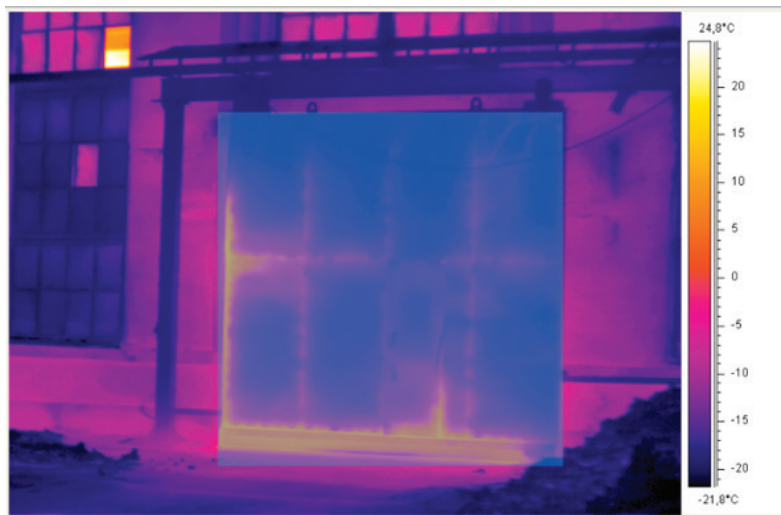


Рис. 2. Термограмма фасада цеха

Площадь выделенного изображения на рисунке 2 равна 12 м²

Результаты работы программы:

1. Площадь участка с температурой выше 0°C равна 0,246 м²
2. Площадь участка с температурой выше -5°C равна 0,452 м²

3. Площадь участка с температурой выше -10°C равна 1,456 м²

Таким образом, в данной работе приведен алгоритм для решения задачи по автоматизированному определению площади дефектных участков ограждающих конструкций и приведены результаты тепловизионного исследования участка поверхности, полученные с помощью программы использующей данный алгоритм.

Литература:

1. Вавилов, В. П. Инфракрасная термография и тепловой контроль / В. П. Вавилов. — М.: Спектр, 2009. — 544 с.: ил.
2. Госсорг, Ж. Инфракрасная термография. Основы, техника, применение: Пер. с франц / Ж. Госсорг. — М.: Мир, 1988. — 416 с.: ил.
3. Дроздов, В. А. Термография в строительстве / В. А. Дроздов, В. И. Сухарев. — М.: Стройиздат, 1987—240 с.
4. Криксунов, Л. З. Справочник по основам инфракрасной техники / Л. З. Криксунов — М.: Сов. радио, 1978. — 400 с.: ил.
5. Топорец, А. С. Оптика шероховатой поверхности / А. С. Топорец. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. — 191 с.: ил.

Использование полимерных материалов для модификации дорожного вяжущего

Князев Юрий Викторович, студент;
 Буданцев Виктор Владимирович, студент;
 Фролов Виктор Андреевич, аспирант;
 Меркулов Сергей Александрович, учебный мастер
 Тамбовский государственный технический университет

На сегодняшний день одна из острых проблем в дорожном строительстве — получение качественного и долговечного дорожного покрытия. Наиболее эффективным решением данной проблемы является переход к новым технологиям и материалам. Среди новых мате-

риалов, используемых в качестве покрытия, во всем мире самым лучшим признан асфальтобетон, приготовленный на основе полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) [1–3].

В зарубежных странах, несмотря на высокую стоимость полимеров, уже давно считается экономически

оправданным применение модификаторов битума в дорожном строительстве. Улучшение адгезии битума к минеральному наполнителю, повышение качества асфальтобетона в целом — сцепление с колесами транспортных средств, усталостные свойства, и т.д. — это то, что удается добиться при модификации битумов полимерными материалами [4–8].

Наиболее часто применяемыми в дорожном строительстве модифицирующими добавками для битума являются эластомеры и термопласты. Под эластомерами понимают полимеры, обладающие в диапазоне эксплуатации высокоэластичными свойствами. К эластомерам, применяемым в качестве модификаторов, относятся в основном синтетические каучуки различной физической формы (порошок, гранулы, жидкость). Каучуками модифицируют как битум, так и асфальтобетонную смесь. Эластомеры подразделяются на сополимеры стирола (термоэластопласты) и на каучуки.

В свою очередь каучуки, используемые для модификации дорожных битумов классифицируются на:

- бутадиеновые каучуки;
- бутадиен-стирольные каучуки;
- хлоропреновые каучуки;
- этилен-пропиленовые каучуки.

Введение каучуковых материалов в битум приводит к появлению эластичности у дорожного вяжущего, что в свою очередь уменьшает колееобразование образующиеся на дорожном покрытии. Но не способствует увеличению температуры размягчения [8–10].

Термопластичными полимерами (термопласты) называют полимеры, способные многократно размягчаться при нагревании и отвердевать при охлаждении. Эти и многие другие свойства термопластичных полимеров объясняются линейным строением их макромолекул.

Классифицируются термопласты используемые для получения полимерно-битумного вяжущего на:

- сополимеры этилена;
- полиэтилен;
- атактический полипропилен.

Добавка термопластичных материалов повышает вязкость и жесткость битума при нормальных рабочих температурах (от -30°C до 60°C), однако не оказывает суще-

ственного влияния на эластичность модифицированных битумов. При нагревании битумов, модифицированных термопластами, наблюдается тенденция к разделению фаз битума и полимера, т.е. такие битумы не устойчивы к хранению, поэтому должны готовиться непосредственно перед использованием на асфальтобетонном заводе [10–12].

Существует следующая классификация термоэластопластов, используемых для модификации дорожных битумов:

- SB — Стирол-бутадиеновый сополимер;
- SBS — Стирол-бутадиен-стирольный сополимер;
- SEBS — Стирол-этилен-бутилен-стирольный сополимер;
- SEP — Стирол-этилен-пропиленовый сополимер;
- SEPS — Стирол-этилен-пропилен-стирольный сополимер;
- SIS — Стирол-изопрен — стирольный сополимер.

При модификация битума термоэластопластами происходит не только повышение температуры размягчения, но и придание полимерно-битумной композиции эластичности, причем при небольшой концентрации модификатора (3–5% термоэластопласта от массы битума). Использование в рецептуре асфальтобетонной смеси битума, модифицированного термоэластопластами, обеспечивает дорожному покрытию способность к быстрому снятию напряжений, которые возникают под воздействием движущегося транспорта.

Для получения ПБВ наиболее распространенным термоэластопластом является полимер типа SBS — стирол-бутадиен-стирольный сополимер. При введение данного модификатора в битум полимер-битумная смесь становится мягкой и более гибкой при низкой температуре, и более вязкой при высокой температуре. Соответственно адгезия модифицированного битума увеличиваются.

Исходя, из свойств полимерных материалов используемых для модификации дорожных битумов можно сделать вывод, что наиболее перспективным является модификация дорожного вяжущего термоэластопластами, в частности полимерами типа SBS — стирол-бутадиен-стирольный сополимер.

Литература:

1. Беляев, П. С., Решение проблемы утилизации отходов резинотехнических изделий путем модификации дорожных вяжущих / Беляев П. С., Маликов О. Г., Меркулов С. А., Фролов В. А. // Вестник воронежского государственного университета инженерных технологий. Научно-теоретический журнал, Воронеж, № 2 (60), 2014 г., с. 129–131.
2. Беляев, П. С. Исследование влияния режимных параметров процесса модификации битума на качественные показатели дорожного вяжущего / Беляев П. С., Зубков А. Ф., Маликов О. Г., Меркулов С. А., Полушкин Д. Л., Фролов В. А. // Инженерные системы и сооружения. Научный журнал, Воронежский ГАСУ, № 4 (17), 2014 г., с. 152–158.
3. Беляев, П. С. Решение проблемы утилизации полимерных отходов путем их использования в процессе модификации дорожного вяжущего / П. С. Беляев, О. Г. Маликов, С. А. Меркулов, Д. Л. Полушкин, В. А. Фролов // Строительные материалы. 2013. — № 10, с. 38–41.

4. Belyaev, V. P. Improving Energy Efficiency of Bitumen Modification with Reclaimed Crumb Rubber/ V. P. Belyaev, O. G. Malikov, S. A. Merkulov, P. S. Belyaev, D. L. Polushkin, V. A. Frolov// Components of Scientific and Technological Progress. — 2013, № 1 (16) — с. 75–77.
5. Беляев, П. с. К вопросу о комплексном решении проблем экологии и качества дорожных покрытий/Беляев П. С., Маликов О. Г., Меркулов С. А., Полушкин Д. Л., Беляев В. П.//Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. — 2012. № С39. с. 184–189.
6. Belyaev, V. P. On the Prospects of Integrated Solutions to Problems of Ecology and Improving the Quality of Road Surfacing / Belyaev V. P., Belyaev P. S., D. L. Polushkin // Science prospects. — 2012, № 5. — P. 186–189.
7. Belyaev, V. P. Bitumen Modification with Recycled Polymeric Materials/V. P. Belyaev, O. G. Malikov, S. A. Merkulov, D. L. Polushkin, V. A. Frolov, P. S. Belyaev // Глобальный научный потенциал. — 2013, № 9 (30). — с. 29–33.
8. Belyaev, V. P. Producing Crumb Rubber from Recycled Scrap Tyres to Improve the Quality of Road Surface / Belyaev V. P., Belyaev P. S., Klinkov A. S., D. L. Polushkin // Global Scientific Potential (Глобальный научный потенциал). — 2012, № 10 (19). — P. 169–171.
9. Беляев, П. С. Получение резинобитумных композиционных материалов/ Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г. — Saarbrücken (Германия): LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. — 145с.
10. . Design of the lower gate of a rubber mixer/Kochetov V. I., Tulyakov D. V., Klinkov A. S., Belyaev P. S., Sokolov M. V. //Chemical and Petroleum Engineering. 2010. T. 46. N. 3. P. 201–211. DOI 10.1007/s10556–010–9318–5.
11. Беляев, П. с. К вопросу получения резино-битумного концентрата для асфальтобетонных дорожных покрытий из изношенных автомобильных шин/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г.//Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2008. Т. 14. № 2. с. 346–352.
12. Беляев, П. С. Исследование влияния резиновой крошки на физико-механические показатели нефтяного битума в процессе его модификации/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г., Волков Д. С.//Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2005.Т. 11. № 4. с. 923–930.

Потенциальные характеристики точности синтезированных алгоритмов обработки информации в вертикальном канале навигационных комплексах наземных подвижных объектов

Комраков Дмитрий Вячеславович, аспирант
Тамбовский государственный технический университет

Методами марковской теории оценивания случайных процессов синтезированы комплексные оптимальные алгоритмы обработки информации в вертикальном канале навигационных комплексах наземных подвижных объектов. На основе полученных алгоритмов разработана структурная схема обработки информации. Произведенная оценка потенциальных характеристик точности синтезированных алгоритмов показала, что с течением времени ошибки убывают и стремятся к стационарным значениям. Таким образом, синтезированные алгоритмы обладают высокими характеристиками точности оценивания координат местоположения наземного подвижного объекта.

Ключевые слова: инерциальная навигационная система; навигационный комплекс; наземный подвижный объект; наземные сетевые системы; потенциальные характеристики точности; спутниковая радионавигационная система.

Все более широкое применение для определения координат и параметров движения наземных подвижных объектов, в том числе и военного назначения, получают навигационные комплексы [1]. Под навигационным комплексом понимают совокупность навигационных систем, бортовых измерительных средств и вычислителей, позволяющих определить местоположение и параметры движения объекта относительно Земли. Основой для таких комплексов служат глобальные навигационные спутниковые системы, такие как ГЛОНАСС и GPS [2] и инерциальные навигационные системы (платформенные или бесплатформенные). В состав таких комплексов входят различные системы, устройства и датчики, основанные на радиотехнических и нерадиотехнических измерителях, что позволяет получить большой положительный эффект при их объединении. Это обусловлено тем, что ошибки радиотехнических и нерадиотехнических измерителей обладают статистическими характеристиками, сильно отличающимися друг от друга, что во многом и определяет выигрыш от комплексирования [3].

Навигационный комплекс наземных подвижных объектов, для которого будут синтезированы комплексные оптимальные алгоритмы обработки информации, включает в свой состав следующие системы, устройства и датчики:

- аппаратура приема сигналов спутниковой радионавигационной системы;
- инерциальная навигационная система;
- аппаратура приема сигналов наземных сетевых систем;
- датчик скорости;
- барометрический высотомер.

Синтез оптимальных алгоритмов обработки информации в навигационных комплексах наземных подвижных объектов будем рассматривать для двух независимых каналов: горизонтальный и вертикальный. Возможность такого представления обусловлена независимостью системы уравнений оценивающих математическую модель объекта в целом [4].

Анализ потенциальных характеристик точности синтезированных алгоритмов обработки информации в горизонтальном канале навигационных комплексах наземных подвижных объектов был рассмотрен в [5]. Далее в данной статье рассмотрим потенциальные характеристики точности синтезированных алгоритмов обработки информации в вертикальном канале навигационных комплексах наземных подвижных объектов.

Пусть для вертикального канала на интервале (t_0, t) в дискретные моменты времени $t_k = (k + 1)T$, где $k = 0, 1, 2, 3, \dots$; T — период дискретизации, наблюдается совокупность $\mathbf{Y}_B^T(t_{k+1}) = [Y_{B1}(t_{k+1}), Y_{B2}(t_{k+1})]^T$ случайных процессов, которая может быть представлена в виде двух наблюдений:

$$Y_{B1}(t_{k+1}) = \mathbf{H}_{B1}(t_{k+1})\mathbf{X}_B(t_{k+1}) + U_B(t_{k+1}); \tag{1}$$

$$Y_{B2}(t_{k+1}) = \mathbf{H}_{B2}(t_{k+1})\mathbf{X}_B(t_{k+1}) + V_2(t_{k+1}) + \Gamma_3(t_{k+1})N_3(t_{k+1}), \tag{2}$$

где $\mathbf{H}_{B1}(t_{k+1}), \mathbf{H}_{B2}(t_{k+1})$ — известные матрицы; $\Gamma_3(t_{k+1})$ — известная величина; $\mathbf{X}_B(t_{k+1})$ — вектор состояния; $V_2(t_{k+1})$ — вектор управления; $U_B(t_{k+1})$ — окрашенный шум наблюдения; $N_3(t_{k+1})$ — белый шум наблюдения.

Вектор состояния для вертикального канала представляет собой совокупность всех информационных и сопутствующих параметров, подлежащих оцениванию, описывается стохастическим разностным уравнением:

$$\mathbf{X}_B(t_{k+1}) = \Phi_{xxB}(t_{k+1}, t_k)\mathbf{X}_B(t_k) + \Phi_v(t_{k+1}, t_k)\mathbf{V}_x(t_k) + \Gamma_{xB}(t_k)\mathbf{N}_{xB}(t_k), \tag{3}$$

где $\Phi_{xxB}(t_{k+1}, t_k), \Phi_v(t_{k+1}, t_k), \Gamma_{xB}(t_k)$ — известные матрицы; $\mathbf{V}_x(t_k)$ — вектор управления; $\mathbf{N}_{xB}(t_k)$ — формирующая последовательность независимых векторных гауссовских случайных величин с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.

На основе результатов теории марковских процессов [6] получим оптимальные, по критерию минимума среднего квадрата ошибки, алгоритмы комплексной цифровой обработки информации, когда часть наблюдений производится на фоне окрашенных шумов.

Наблюдение $Y_{B1}(t_{k+1})$ описываемое выражением (1) включает в свой состав наблюдение на выходе барометрического высотомера в дискретные моменты времени:

$$H^{BB}(t_{k+1}) = H_{отн}(t_{k+1}) + \Delta H(t_{k+1}) + E_{обв}(t_{k+1}).$$

Таким образом:

$$Y_{B1}(t_{k+1}) = [H^{BB}(t_{k+1})].$$

Окончательное выражение для $Y_{B1}(t_{k+1})$ будет иметь вид:

$$Y_{B1}(t_{k+1}) = \mathbf{H}_{B1}(t_{k+1})\mathbf{X}_B(t_{k+1}) + U_B(t_{k+1}), \tag{4}$$

где $\mathbf{X}_B(t_{k+1})$ — известный вектор состояния для вертикального канала, включает в свой состав 4 компонента и имеет вид:

$$\mathbf{X}_B(t_{k+1}) = [H_{отн}(t_{k+1}), V_{yg}(t_{k+1}), \Delta H(t_{k+1}), \Delta y_n(t_k)]^T;$$

$\mathbf{H}_{B1}(t_{k+1})$ — известная матрица, размерностью (1×4) , которая, согласно компонентам наблюдения $Y_{B1}(t_{k+1})$ имеет вид:

$$\mathbf{H}_{B1}(t_{k+1}) = [1 \ 0 \ 1 \ 0];$$

$U_B(t_k)$ — окрашенный шум наблюдения:

$$U_B(t_k) = E_{обв}(t_{k+1}).$$

Наблюдение $Y_{B2}(t_{k+1})$ описываемое выражением (2) включает в свой состав наблюдение на выходе аппаратуры приема сигналов спутниковых радионавигационных систем в дискретные моменты времени:

$$H^{CPHC}(t_{k+1}) = H_{отн}(t_{k+1}) + R_0 + \sigma_y^{CPHC} n_y^{CPHC}(t_{k+1}).$$

Таким образом:

$$Y_{B2}(t_{k+1}) = [H^{CPHC}(t_{k+1})].$$

Окончательное выражение для $Y_{B2}(t_{k+1})$ будет иметь вид:

$$Y_{B2}(t_{k+1}) = H_{B2}(t_{k+1})X_B(t_{k+1}) + V_2(t_{k+1}) + \Gamma_3(t_{k+1})N_3(t_{k+1}), \tag{5}$$

где $V_2(t_{k+1})$ — вектор управления:

$$V_2(t_{k+1}) = R_0,$$

где R_0 — радиус-вектор геоцентрической (сферической) системы координат;

$H_{B2}(t_{k+1})$ — известная матрица, размерностью (1x4), которая, согласно компонентам наблюдения $Y_{B2}(t_{k+1})$ имеет вид:

$$H_{B2}(t_{k+1}) = [1 \ 0 \ 0 \ 0];$$

$\Gamma_3(t_{k+1})$ — известная величина:

$$\Gamma_3(t_{k+1}) = \sigma_y^{CPHC},$$

$N_3(t_{k+1})$ — белый шум наблюдения:

$$N_3(t_{k+1}) = n_y^{CPHC}(t_{k+1}).$$

Согласно [6] оптимальная оценка для вертикального канала $X_B^*(t_{k+1})$ определяется выражением:

$$X_B^*(t_{k+1}) = \Phi_{xxB}(t_{k+1}, t_k)X_B^*(t_k) + \Phi_{vB}(t_{k+1}, t_k)V_{xB}(t_k) + K_{B1}(t_{k+1}) \cdot [Y_{B1}(t_{k+1}) - \varphi_u(t_{k+1}, t_k)Y_{B1}(t_{k+1}) - H_{B1}(t_{k+1})\Phi_{vB}(t_{k+1}, t_k)V_{xB}(t_k) + \varphi_u(t_{k+1}, t_k)H_{B1}(t_{k+1})X_B^*(t_k) - H_{B1}(t_{k+1})\Phi_{xxB}(t_{k+1}, t_k)X_B^*(t_k)] + K_{B2}(t_{k+1})[Y_{B2}(t_{k+1}) - H_{B2}(t_{k+1})\Phi_{vB}(t_{k+1}, t_k)V_{xB}(t_k) - V_2(t_{k+1}) - H_{B2}(t_{k+1})\Phi_{xxB}(t_{k+1}, t_k)X_B^*(t_k)], \tag{6}$$

где $K_{B1}(t_{k+1})$ и $K_{B2}(t_{k+1})$ вектор столбцы матрицы оптимальных коэффициентов передачи

$$K_B(t_{k+1}) = [K_{B1}(t_{k+1}) \ K_{B2}(t_{k+1})], \tag{7}$$

определяемой соотношениями:

$$K_B(t_{k+1}) = [\Phi_{xxB}(t_{k+1}, t_k)P_B(t_k)\Phi_{yxB}^T(t_{k+1}, t_k) + B_{xyB}] \cdot [B_{yyB} + \Phi_{yxB}(t_{k+1}, t_k)P_B(t_k)\Phi_{yxB}^T(t_{k+1}, t_k)]^{-1}; \tag{8}$$

$$P_B(t_{k+1}) = [\Phi_{xxB}(t_{k+1}, t_k)P_B(t_k)\Phi_{xxB}^T(t_{k+1}, t_k) + B_{xxB}] - K_B(t_{k+1})[B_{xyB} + \Phi_{xxB}(t_{k+1}, t_k)P_B(t_k)\Phi_{yxB}^T(t_{k+1}, t_k)]^T, \tag{9}$$

в которых $P_B(t_{k+1})$ — матрица вторых центральных моментов (ковариаций) ошибок оценивания размером (4x4); $\Phi_{yxB}(t_{k+1}, t_k)$, B_{xxB} , B_{xyB} , B_{yyB} блочные матрицы вида:

$$\Phi_{yxB}(t_{k+1}, t_k) = \left[\frac{H_{B1}(t_{k+1})\Phi_{xxB}(t_{k+1}, t_k) - H_{B1}(t_{k+1})\varphi_u(t_{k+1}, t_k)}{H_{B2}(t_{k+1})\Phi_{xxB}(t_{k+1}, t_k)} \right]; \tag{10}$$

$$B_{xxB} = [\Gamma_{xB}(t_{k+1}, t_k)\Gamma_{xB}^T(t_{k+1}, t_k)]; \tag{11}$$

$$B_{xyB} = [B_{xy1} \ B_{xy2}] = [H_{B1}^T(t_{k+1})\Gamma_{xB}(t_{k+1}, t_k)\Gamma_{xB}^T(t_{k+1}, t_k) | H_{B2}^T(t_{k+1})\Gamma_{xB}(t_{k+1}, t_k)\Gamma_{xB}^T(t_{k+1}, t_k)]. \tag{12}$$

$$B_{yyB} = \begin{bmatrix} B_{y1y1} & B_{y1y2} \\ B_{y2y1} & B_{y2y2} \end{bmatrix} = \left[\frac{H_{B1}(t_{k+1})H_{B1}^T(t_{k+1})\Gamma_{xB}(t_{k+1}, t_k)\Gamma_{xB}^T(t_{k+1}, t_k) + \varphi_u^2(t_{k+1}, t_k)}{H_{B2}(t_{k+1})H_{B1}^T(t_{k+1})\Gamma_{xB}(t_{k+1}, t_k)\Gamma_{xB}^T(t_{k+1}, t_k)} \right. \\ \left. \frac{|H_{B1}(t_{k+1})H_{B2}^T(t_{k+1})\Gamma_{xB}(t_{k+1}, t_k)\Gamma_{xB}^T(t_{k+1}, t_k)|}{|H_{B2}(t_{k+1})H_{B2}^T(t_{k+1})\Gamma_{xB}(t_{k+1}, t_k)\Gamma_{xB}^T(t_{k+1}, t_k) + \Gamma_3^2(t_{k+1}, t_k)|} \right]. \tag{13}$$

Алгоритмы (6)-(13) представляют собой комплексные оптимальные алгоритмы обработки информации навигационного комплекса наземного подвижного объекта и позволяют произвести оценивание координат местоположения и составляющих скорости движения объекта в вертикальном канале.

Структурная схема, разработанная согласно алгоритмам обработки информации в вертикальном канале (6)-(13) представлена на рисунке 1. В состав схем входят сумматоры, усилители и линии задержки.

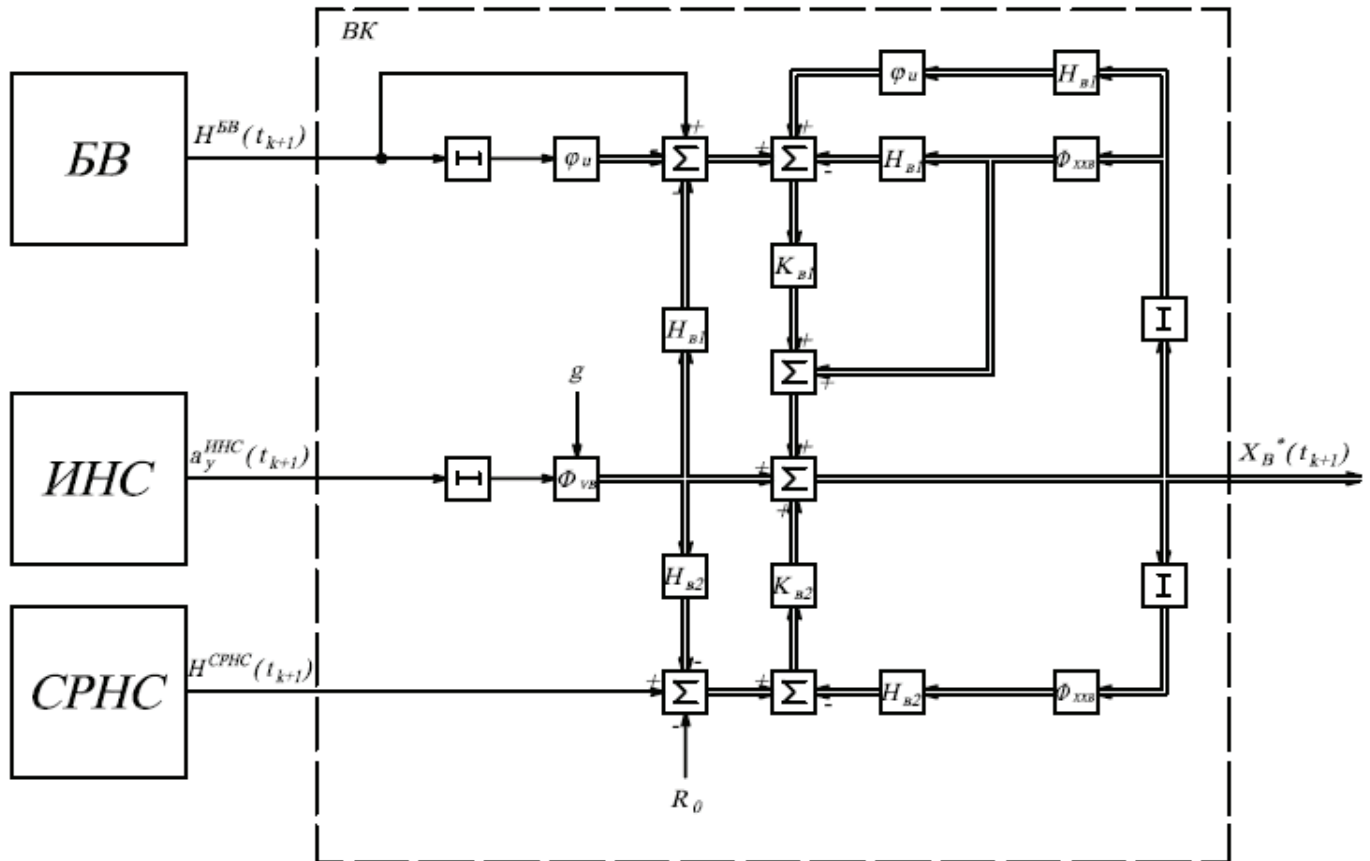


Рис. 1. Структурная схема обработки информации в вертикальном канале

В состав структурной системы входят следующие системы и датчики:

- БВ (барометрический высотомер);
- ИНС (инерциальная навигационная система);
- СРНС (аппаратура приема сигналов спутниковой радионавигационной аппаратуры).

Штриховой линией выделены следующие структурные блоки:

- ВК (структурная схема обработки информации в вертикальном канале).

Оценка потенциальных характеристик точности синтезированных алгоритмов осуществлялась при следующих значениях параметров:

- среднеквадратические ошибки измерения координат местоположения объекта спутниковыми радионавигационными системами $\sigma_y^{СРНС} = 5$ м;
- коэффициент, характеризующий ширину спектра погрешности барометрического высотомера $\alpha_{БВ} = 10 \text{ с}^{-1}$;
- средние значения дисперсии флуктуационной погрешности для БИНС $\sigma_a = 0,03 \text{ мс}^{-2}$;
- коэффициент, характеризующий ширину спектра погрешности БИНС $\alpha_a = 50 \text{ с}^{-1}$;
- угол начальной выставки БИНС $A = 0^\circ$;
- тактовый интервал времени выбирался равным $T = 1$ с;
- количество шагов дискретизации $k = 60$.

Начальные значения вторых центральных моментов ошибок оценивания компонент вектора состояния брались равными:

$$P_B(t_0) = \begin{bmatrix} 300 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 625 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,01 \end{bmatrix}$$

На рисунках 2–5 показаны зависимости среднеквадратических ошибок оценивания составляющих вектора состояния для вертикального канала в течении 60 секунд.

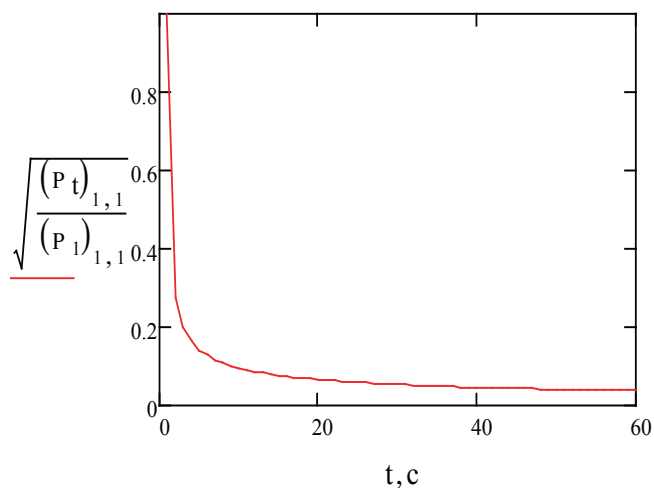


Рис. 2. Зависимость нормированной среднеквадратической ошибки оценивания относительной высоты $H_{отн}$ по оси OY нормальной земной системы координат от времени

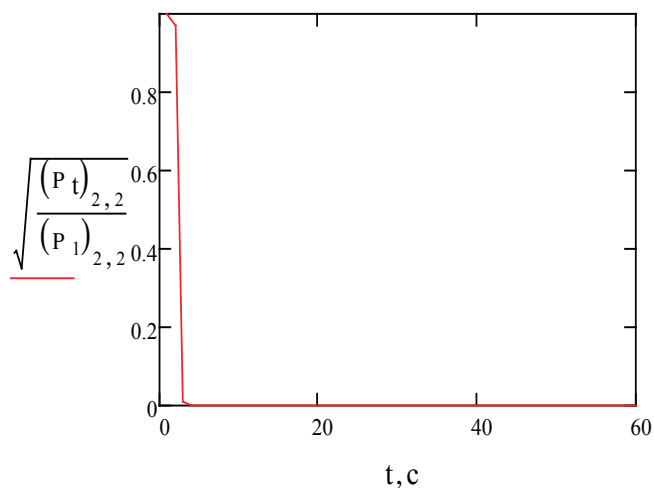


Рис. 3. Зависимость нормированной среднеквадратической ошибки оценивания скорости V_{yg} наземного объекта по оси OY нормальной земной системы координат от времени

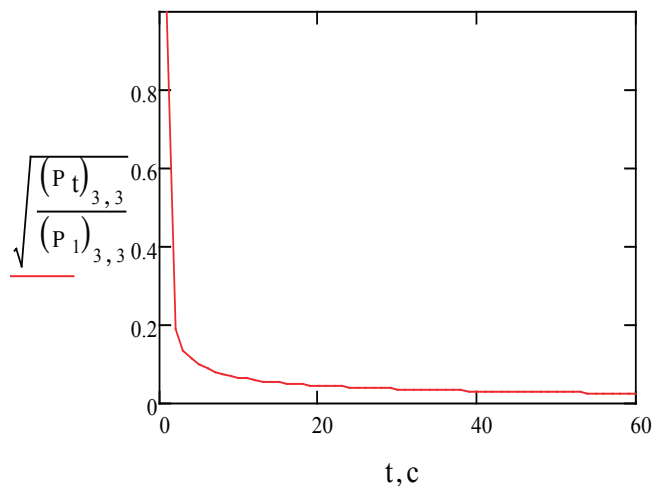


Рис. 4. Зависимость нормированной среднеквадратической ошибки постоянной составляющей ошибки измерения относительной высоты барометрического высотомера ΔH от времени

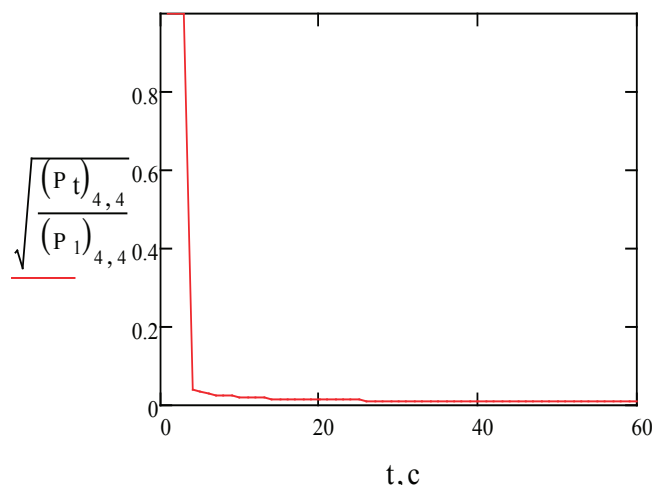


Рис. 5. Зависимость нормированной среднеквадратической ошибки постоянной составляющей ошибки измерения составляющей ускорения $\Delta_{yи}$ ИНС по оси OY нормальной земной системы координат от времени

Через двадцать секунд среднеквадратические ошибки оценивания навигационных параметров не превышают следующих значений:

- ошибка оценивания относительной высоты $\sigma_{H_{отн}} = \sqrt{(P_{1,1})_{20}} \approx 1,14$ м;
- ошибка оценивания скорости $\sigma_{V_{yg}} = \sqrt{(P_{2,2})_{20}} \approx 8,22 \cdot 10^{-4}$ м/с;
- ошибка оценивания постоянной составляющей погрешности измерения относительной высоты барометрического высотомера $\sigma_{\Delta H} = \sqrt{(P_{3,3})_{20}} \approx 1,14$ м;
- постоянная составляющая ошибки $\sigma_{\Delta_{yи}} = \sqrt{(P_{4,4})_{20}} \approx 1,41 \cdot 10^{-3}$.

Результаты расчетов потенциальных характеристик точности синтезированных алгоритмов обработки информации в навигационных комплексах наземных подвижных объектов в вертикальном канале показывают, что с течением времени ошибки убывают и стремятся к стационарным значениям. Таким образом, синтезированные комплексные оптимальные алгоритмы обладают высокими характеристиками точности оценивания координат местоположения наземного подвижного объекта.

Литература:

1. Комраков, Д. В. Навигационные комплексы наземных мобильных средств [Текст] / Д. В. Комраков // Технические науки: теория и практика: материалы междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2012 г.). — Чита: Издательство Молодой ученый, 2012. — с. 47–49;
2. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А. И. Перова, В. И. Харисова. Изд. 4-е, перераб. и доп. — М.: Радиотехника, 2010. 800 с., ил.
3. Бабич, О. А. Обработка информации в навигационных комплексах / О. А. Бабич. — М.: Машиностроение, 1991. — 512 с.
4. Иванов, А. В. Алгоритмы обработки информации в навигационных системах наземных подвижных объектов с контролем целостности навигационных данных спутниковых радионавигационных систем / А. В. Иванов, Д. В. Комраков, В. О. Сурков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. — 2014. — № 52. — с. 53–58.
5. Комраков, Д. В. Потенциальные характеристики точности синтезированных алгоритмов обработки информации в горизонтальном канале навигационных комплексах наземных подвижных объектов [Текст] / Д. В. Комраков // Молодой ученый. — 2015. — № 11. — с. 349–357.
6. Ярлыков, М. С. Статистическая теория радионавигации. — М.: Радио и связь, 1985. — 344 с.

Современное состояние в области прессового оборудования для переработки полимеров

Коновалова Анна Юрьевна, студент;
Шашков Иван Владимирович, кандидат технических наук, старший преподаватель
Тамбовский государственный технический университет

Переработка полимерных материалов — это совокупность технологических приемов, методов и процессов, при помощи которых полимер превращают в различные изделия с заданными свойствами.

Основные принципы формования изделий достаточно просты. В большинстве случаев это подача расплава в форму, где расплав принимает ее размеры и переходит в твердое состояние в результате либо охлаждения (термопласты), либо химического сшивания (реактопласты, каучуки). Подача расплава в форму может быть периодической (литье под давлением или без давления, прессование и др.), либо непрерывной (экструзия, каландрование, штранг-прессование и др.). При непрерывном формовании изделий расплав подается не в форму, а в формирующую оснастку, то есть изделие образуется, проходя через форму.

Современная промышленность переработки пластмасс располагает широким набором методов переработки и парком технологического оборудования. Прессование,

как и в прежние годы, в общем объеме переработки является крупнотоннажным способом переработки различных реактопластов (пресс-порошков, волокнитов, слоистых пластиков) и резиновых смесей. В практике переработки пластмасс наибольшее распространение получили: прямое (компрессионное), литьевое (трансферное). Прессованием перерабатываются около 40% фенопластов, 9% — аминопластов, 5% — волокнитов, 5% — премиксов.

Выбор способа прессования зависит от свойств пресс-материалов (текучести и скорости отверждения), его исходного состояния (порошок, гранулы, волокнистый, слоистый), конструкции изделия, тиража и степени автоматизации оборудования. [1]

Самый распространенный способ переработки пластмасс (преимущественно — термореактивных) является **прямое (компрессионное) прессование**. Прессование включает следующие операции: дозировку прессовочного материала, загрузку его в пресс-форму, закрытие пресс-



Рис. 1. Пресс пакетировочный ПГП — 12

формы, выдержку изделия в пресс-форме при повышенной температуре (130–190°C) и под давлением (20–60 МПа) для осуществления реакции поликонденсации, разъем пресс-формы, извлечение изделия, очистку и подготовку пресс-формы для следующей запрессовки, очистку изделия от заусенцев. Для осуществления прямого прессования используют различные гидравлические и механические прессы. Достоинства метода — простая конструкция пресс-форм и сравнительно малая стоимость оборудования. Прессованием можно получать изделия несложной формы, разнообразных размеров и толщины. К недостаткам прямого прессования относятся низкая производительность, трудность достижения высокого уровня автоматизации (периодический процесс) и прессования изделий сложной конфигурации, с глубокими несквозными отверстиями. [2]

В настоящее время остро стоит вопрос создания оборудования для переработки твердых бытовых отходов, в состав которых входят преимущественно различные полимерные материалы [3, 4].

В России производством прессового оборудования для переработки полимеров занимаются такие компании как ООО «ТАЭЛЬ», ООО «Технология» и другие.

Группа компаний ООО «ТАЭЛЬ» с 2001 года занимается выпуском прессов гидравлических для ТБО марки ПГП с усилием прессования от 4 до 45 тонн.

Компания ООО «ТАЭЛЬ» производит прессы пакетировочные ПГП — 12 (рисунок 1), которые иде-

ально подходит для прессования гофрокартона (240:300 кг), макулатуры (250:350 кг), полиэтилена, поролона, ПЭТ-бутылок (80:120 кг).

Компания ООО «Технология» предлагает прессы для макулатуры серии ПГП гидравлические, отечественного производства, усилением от 4 до 45 тн. Прессы предназначены для прессования (брикетирования) вторичного сырья: макулатуры, пленки, биг бегов, фруктовых ящиков, лома пластмассы, ПЭТ бутылок, алюминиевых.

Бюджетный пресс серии ПГП МИНИ с компактными размерами и увеличенным усилием прессования (4 тонн). Особенности этой модели являются минимальная стоимость, компактность, простота и удобство в работе. Благодаря небольшим габаритам отлично подойдет для установки в подсобные помещения с невысокими потолками, магазины, торговые центры, склады. Вес кипы (до 30 кг) позволяет работать на прессе 1 человеку, без использования средств механизации. Позволяет устранить нарекания СЭС и пожарной инспекции. Имеет исполнение 380/220В. Пресс сертифицирован, гарантия 1 год. Осуществляем доставку по РФ. [5]

Современное прессовое оборудование, используемое для переработки полимеров, отличается от оборудования полувекковой давности тем, что производительность его возросла, так же оно стало более простым и удобным в работе и т.д.



Рис. 2. Пресс ПГП МИНИ

Литература:

1. Л. Г. Панова. Способы, технологии и оборудование переработки полимерных композиционных материалов методом прессования и литья по давлением / Л. Г. Панова, С. Г. Кононенко, Т. П. Устинова: Учебное пособие — С.: 2006. — 120с
2. <http://studopedia.ru/>
3. Примеров, О. С., Макеев П. В., Клинков А. С. Обзор методов переработки отходов полимерных материалов и анализ рынка вторичного сырья. Рецензируемый научный журнал «Молодой ученый», № 6 (53) 2013, с.121–123.
4. Макеев, П. В. Оборудование и технология для утилизации отходов термопластов / П. В. Макеев, А. С. Клинков, М. В. Соколов — Москва: Lap Lambert Academic Publishing ist ein Imprint der, 2012. — 152 с.
5. <http://www.equiptorg.ru/>

Повышение прочностных показателей тонкозернистого самоуплотняющегося бетона за счет применения добавок пеногасителей

Коровченко Игорь Валерьевич, магистрант;

Коровкин Марк Олимпиевич, кандидат технических наук, доцент;

Калашников Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор;

Ерошкина Надежда Александровна, кандидат технических наук, инженер-исследователь

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

В работе приводятся результаты сравнительных исследований эффективности добавок для снижения воздухововлечения в тонкозернистых самоуплотняющихся бетонных смесях. Показано, что наиболее эффективна для снижения воздухововлечения добавка Пропанол Б 400, которая позволила повысить прочность при раскалывании на 25%, а прочность при сжатии на 9%.

Ключевые слова: самоуплотняющийся бетон, тонкозернистый бетон, воздухововлечение, пеногаситель, суперпластификатор.

Тонкозернистые самоуплотняющиеся фибробетоны — результат эволюции бетонов под влиянием опыта использования суперпластификаторов, микрокремнезема и дисперсного армирования. Эта технология позволяет получить материал с феноменально высокими технико-строительными характеристиками [1, 2].

Одной из проблем, возникающей при производстве самоуплотняющихся бетонов является значительное воздухововлечение [3, 4]. В отличие от обычных бетонов, уплотняемых вибрацией, в самоуплотняющихся бетонах вовлеченный воздух может оставаться в смеси в большем объеме, распределяясь по высоте конструкции неравномерно. Для высокопрочных бетонов воздухововлечение имеет большое значение, так как оно повышает дефектность структуры, что ведет к снижению прочности.

Для снижения содержания вовлеченного воздуха в смеси в промышленно развитых странах применяют турбулентные вакуумные смесители [5]. Как показывает опыт приготовления самоуплотняющихся бетонов в вакуумных смесителях, такой технологический прием достаточно эффективен [5,6] для снижения воздухововлечения и повышения прочности. Однако, в нашей стране не производятся такие смесители, что сдерживает широкое внедрение тонкозернистых порошковых самоуплотняющихся фибробетонов.

Один из методов решения этой проблемы — использование при приготовлении самоуплотняющихся бетонов добавок пеногасителей, способных снизить воздухововлечение.

Методы и материалы

Подбор состава тонкозернистых бетонов — сложная и неотработанная до конца процедура, поэтому для упрощения эксперимента исследования проводились на модельном составе, включающем цемент, песок и суперпластификатор С-3. Соотношение песка и цемента во всех составах равнялось 1. Водоцементное отношение 0,317 в такой смеси позволяло получить при расходе суперпластификатора 0,4% от массы цемента самоуплотняющуюся, не требующую виброуплотнения смесь. Консистенция смеси исследованных составов характеризовалась расплывом смеси из стандартной формы-конуса [7] без встряхивания показателем 200–220 мм.

Для эксперимента был использован портландцемент ПЦ 500 Д 0 производства ОАО «Осколцемент» и песок Сурского месторождения фракции 0,14–0,63 мм.

В качестве добавок, снижающих воздухововлечение тонкозернистой смеси, были исследованы три пеногаси-

теля: Пропанол Б 400, Адеканоль и Силипур. Две первые добавки используются в процессах биосинтеза антибиотиков, а последняя — в сухих строительных смесях.

Составы приготавливались по следующей технологии: предварительно смешанные цемент и песок высыпались в течение 1 минуты в воду с добавкой С-3 при постоянном перемешивании смеси с помощью электрической дрели с насадкой. Общее время перемешивания составляло 3 минуты. Суперпластификатор и жидкие пеногасители предварительно вводились в воду затворения, а порошковый Силипур смешивался с цементом и песком.

После приготовления смеси определялась ее плотность взвешиванием с погрешностью 0,01 г в металлическом стакане емкостью 255 см³. Затем, для оценки влияния пеногасителей на кинетику твердения цемента в начальные сроки, формовались образцы размером 20×20×20 мм. Прочность определялась через 1, 3 и 7 суток. Для исследования предела прочности при раскалывании и сжатии в возрасте 28 суток изготавливались образцы размером 40×40×160 мм. Схема определения прочности при раскалывании приводится на рис. 1. Полученные при испытании на раскалывание половинки образцов испытывались на предел прочности при сжатии.

Результаты эксперимента и их обсуждение

Результаты определения плотности тонкозернистой смеси приводятся на рис. 2а, а бетона твердевшего 28 суток и затем высушенного при температуре 105°С — на рис. 2б. Как видно из графиков, наиболее эффективной добавкой с точки зрения снижения воздухо содержания является Пропанол Б-400, который эффективен при всех исследованных дозировках. Пеногаситель Адеканоль повышает плотность тонкозернистого бетона только при дозировке 0,1%, а при более низкой дозировке, напротив, отмечено небольшое снижение плотности в сравнении с контрольным составом.

Неожиданный результат был получен при исследовании составов с добавкой Силипур, которая снижала плотность бетонной смеси и бетона, а в совокупности с С-3 проявляла эффект воздухововлечения.

Зависимости прочности от дозировки исследованных добавок на рис. 2в и рис. 2г симбатны изменениям плотности на рис. 2а и рис. 2б, что свидетельствует о влиянии пористости бетона на его прочностные характеристики и возможности повышения прочности самоуплотняющегося бетона за счет добавок пеногасителей.

Для нахождения зависимости прочностных характеристик самоуплотняющегося бетона была рассчитана теоретическая пористость бетонной смеси по формуле

$P_{бс} = (1 - \rho_f / \rho_t) \times 100$, где ρ_f и ρ_t — фактическая и теоретическая плотность смеси, соответственно. Теоретическая плотность была вычислена по формуле

$$\rho_m = \frac{Ц + П + В}{\frac{Ц}{\rho_c} + \frac{П}{\rho_n} + В}$$

где Ц, П, В — расход цемента, песка и воды в смеси в г; ρ_c и ρ_n — плотность цемента и песка, г/см³.

Графики зависимости прочностных характеристик бетона от расчетной пористости представлены на рис. 3. Как видно из этих графиков воздухововлечение может снизить прочность при сжатии на 15%. Еще более значительное влияние воздухо содержание смеси оказывает на прочность при раскалывании, которая в некоторых составах снижалась на 40–50%.

Выводы

Наиболее эффективной добавкой для снижения воздухововлечения является пеногаситель Пропанол Б-400. Менее эффективен Адеканоль, который действует только при дозировке 0,1%, при этом эта добавка дает более высокое воздухововлечение тонкозернистых бетонных смесей, чем Пропанол Б-400.

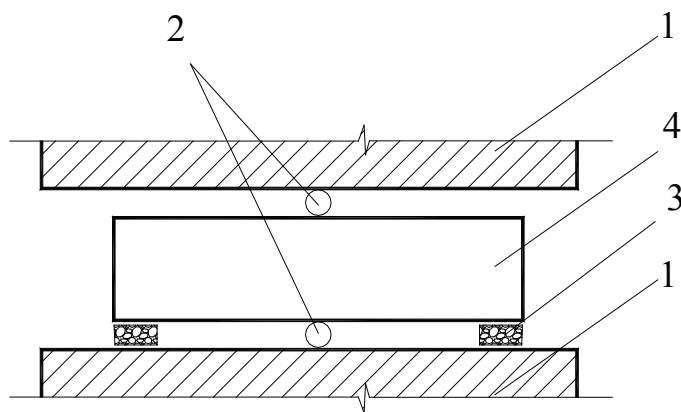


Рис. 1. Схема определения прочности при раскалывании: 1 — плита пресса; 2 — стальные стержни $d = 5$ мм; 3 — прокладки из пористой резины; 4 — испытываемый образец

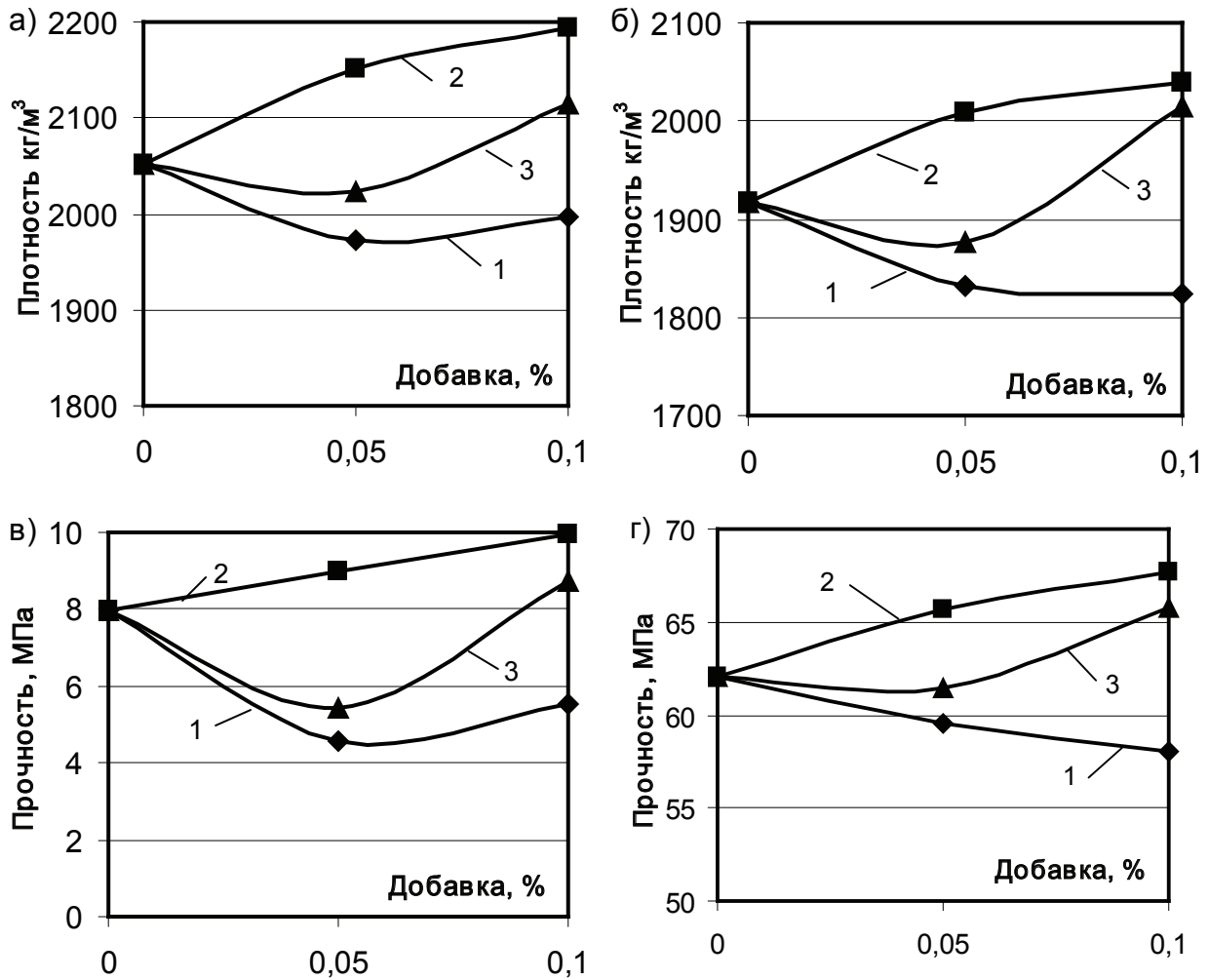


Рис. 2. Влияние на плотность тонкозернистой бетонной смеси (а) и бетона (б), прочность при раскалывании (в) и сжатии (г) дозировки различных пенообразователей: 1 — Силипур; 2 — Пропанол Б 400; 3 — Адеканоль

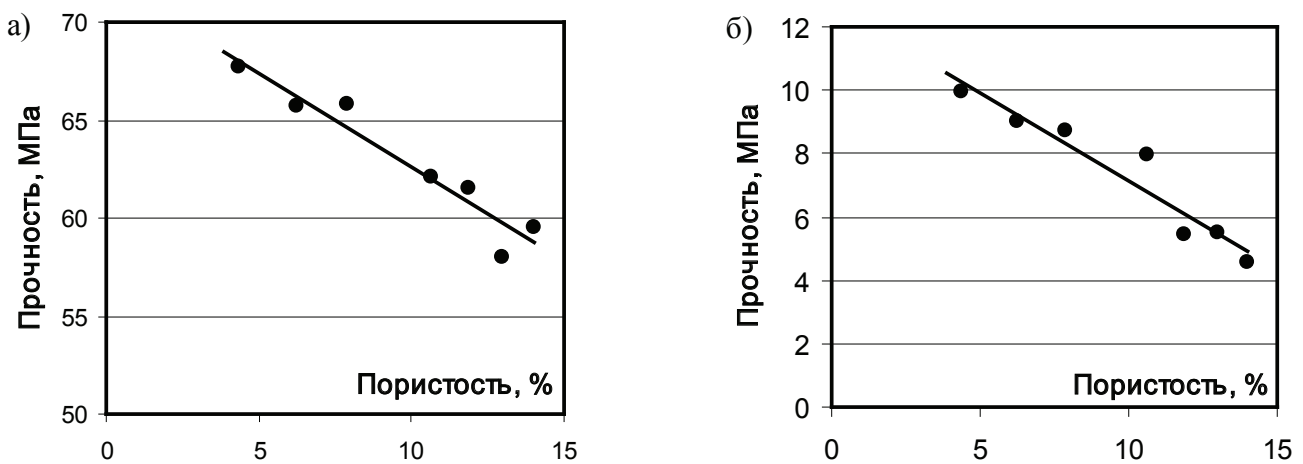


Рис. 3. Влияние расчетной пористости бетонной смеси на прочность при сжатии (а) и при раскалывании (б)

Эффект от применения исследованных пеногасителей достаточно высок — максимальное повышение прочностных характеристик при введении добавок соста-

вило — 25% для прочности при раскалывании и 9% для прочности при сжатии.

Литература:

1. Richard, P. Reactive Powder Concretes with High Ductility and 200–800 MPa Compressive Strength / P. Richard, M. Cheyrezy // Proceedings of V. M. Malhotra Symposium «Concrete Technology. Past, Present and Future» ACI SP 144–23, P. K. Metha. — S. Francisco, 1994. — P. 508–519.
2. Баженов, Ю. М. Высококачественный тонкозернистый бетон / Ю. М. Баженов // Строительные материалы. — 2002. — № 2. — с. 24–25.
3. Коровкин, М. О. Влияние высококальциевой золы-уноса на свойства самоуплотняющегося бетона / М. О. Коровкин, В. И. Калашников, Н. А. Ерошкина // Региональная архитектура и строительство. — 2015. — № 1. — с. 49–53.
4. Коровкин, М. О. Эффективность суперпластификаторов и методология ее оценки: монография / М. О. Коровкин, В. И. Калашников, Н. А. Ерошкина. — Пенза: ПГУАС, 2012. — 144 с.
5. Schachinger, I. Effect of Mixing and Placement Methods on Fresh and Hardened Ultra High Performance Concrete (UHPC) / I. Schachinger, J. Schubert, O. Mazanec // Ultra High Performance Concrete (UHPC): Proc. of the Int. Symposium on UHPC. 2004. P. 575–586.
6. Калашников, В. И. Влияние режима перемешивания самоуплотняющегося тонкозернистого высокопрочного бетона на его прочность / В. И. Калашников, М. О. Коровкин, А. Г. Кошкин [и др.] // Сб. ст. Междунар. НТК «Новые энерго- и ресурсосберегающие наукоемкие технологии в производстве строительных материалов». Пенза: ПДЗ, 2005. С.70–74.
7. ГОСТ 310.4–81 Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии. М.: Изд-во стандартов, 1992.

Численное исследование сопряжённого теплопереноса при движении вязкой жидкости в открытой полости с учётом её охлаждения через внешнюю границу боковой поверхности

Крайнов Александр Валерьевич, кандидат физико-математических наук, доцент;
 Пашков Евгений Николаевич, кандидат технических наук;
 Лушников Роман Эдуардович, студент
 Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Проведено численное моделирование движения вязкой несжимаемой неизотермической жидкости в открытой полости с учётом её охлаждения через внешнюю границу боковой поверхности. Получены гидродинамическая картина течения жидкости и температурные профили для твёрдой и жидкой фаз. Изучено влияние условий теплообмена на характер движения теплоносителя.

Ключевые слова: *сопряжённый теплоперенос, гидродинамика, технологическая полость, вязкая несжимаемая неизотермическая жидкость, численное моделирование.*

Введение. Важное прикладное значение имеют процессы переноса тепла с учетом движения среды. Это обусловлено тем, что такие процессы реализуются в теплотехнических устройствах, энергетических системах и технологических процессах различных производственных циклов. Необходимость изучения режимов движения конвективных течений и сложных условий теплообмена связано с развитием энергоёмких отраслей промышленности [1–6].

В данной работе рассматривается нестационарное взаимодействие жидкости с открытой полостью. Изучается процесс движения расплава металла в выемке с учётом теплообмена с её стенками. Теплофизические характеристики расплава и стенок полости идентичны. Цель данной работы — исследовать гидродинамику и сопряжённый теплообмен при движении вязкой несжимаемой жидкости в прямоугольной полости в условиях охлаждения внешней границы боковой стенки.

Изучение описанного процесса проводилось с использованием математической модели на основе системы уравнений Навье-Стокса в переменных вихрь-функция тока, уравнения энергии, уравнения теплопроводности для материала полости с соответствующими начальными и граничными условиями

$$\frac{\partial \omega}{\partial \tau} + U \frac{\partial \omega}{\partial X} + V \frac{\partial \omega}{\partial Y} = \frac{1}{\text{Re}} \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial Y^2} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial Y^2} = \omega \tag{2}$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} + U \frac{\partial \theta}{\partial X} + V \frac{\partial \theta}{\partial Y} = \frac{1}{\text{Re} \cdot \text{Pr}} \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial Y^2} \right) \tag{3}$$

$$\frac{\partial^2 \theta_1}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \theta_1}{\partial Y^2} = \frac{\partial \theta_1}{\partial \text{Fo}} \tag{4}$$

На нижней границе ($y = S, D < x < L$) и боковой ($x = D, S < y < H$) выставляется условие непротекания, прилипания, а также граничное условие четвёртого рода для уравнения энергии (задача решена в сопряжённой постановке).

Условия неразрывности тепловых потоков и непротекания заданы на линии симметрии ($x = L, S < y < H$). На участке выхода выставлялись условия «сноса» и «мягкое» граничное условие для скорости и температуры соответственно [4].

На внешних границах полости заданы условия теплоизоляции, за исключением боковой области ($x = 0, 0 < y < H$), на которой задано граничное условие третьего рода (моделируется интенсивный теплообмен с внешней средой):

$$\frac{\alpha \delta_x}{\lambda} \Delta \theta = - \frac{\partial \theta_1}{\partial X}$$

Здесь Fo — число Фурье; Re — число Рейнольдса; Pr — число Прандтля; θ — безразмерная температура жидкости; θ_1 — безразмерная температура материала полости; X, Y — безразмерные декартовы координаты; U, V — безразмерные продольная и поперечная составляющая скорости движения жидкости соответственно; ω, ψ — переменные вихрь — функция тока; x, y — размерные декартовы координаты; L, H — линейный размер полости по координате x и y соответственно; D, S — линейный размер стенки полости по координате x и y соответственно; $\Delta \theta$ — разность безразмерных температур между внешней боковой поверхностью и окружающей средой; α — коэффициент теплоотдачи; λ — коэффициент теплопроводности; δ_x — толщина стенки по координате x .

Решена система уравнений Навье-Стокса в переменных функция тока-вихрь, уравнение энергии и уравнение теплопроводности методом конечных разностей [4]. Разностные аналоги уравнений переноса и теплопроводности решены методом прогонки [4]. Уравнение Пуассона на каждом временном слое решалось методом последовательной верхней релаксации. Использовалась разностная схема второго порядка точности.

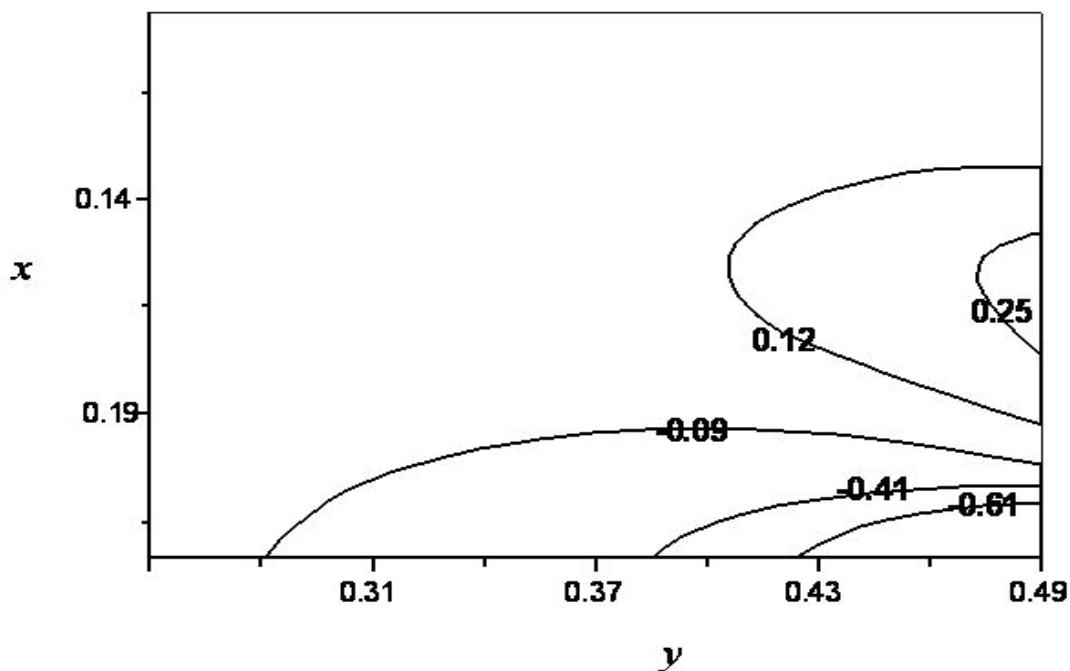


Рис. 1. Изолинии поперечной составляющей скорости в момент времени $\text{Fo} = 4,5 \cdot 10^{-2}$ при числе $\text{Re} = 300$ и геометрическом отношении сторон полости $L/H = 1/2$

Вычисления выполнялись на равномерной и неравномерной разностных сетках. Оценка достоверности результатов численного моделирования проводилась проверкой консервативности использовавшейся разностной схемы аналогичным методом, применявшимся в [5, 6].

Рассматривалась жидкость разных типов (расплавленный свинец, жидкая сталь, расплав легких металлов, мазут и т.д.). На рис. 1–3 приведены типичные результаты численных исследований описанных процессов для жидкой стали.

Анализ гидродинамики течения позволяет выделить характерные области прямого (1 этап) и возвратного (2 этап) движения жидкости (рис.1).

С увеличением скорости затекания жидкости профиль поперечной составляющей скорости в начальных сечениях полости становится более заполненным и близким к постоянному значению (темп заполнения уменьшается на 15% по сравнению с условиями теплоотвода через внешнюю донную поверхность).

При движении жидкости к основанию выемки поперечная составляющая скорости падает в условиях роста продольной составляющей (рис.2).

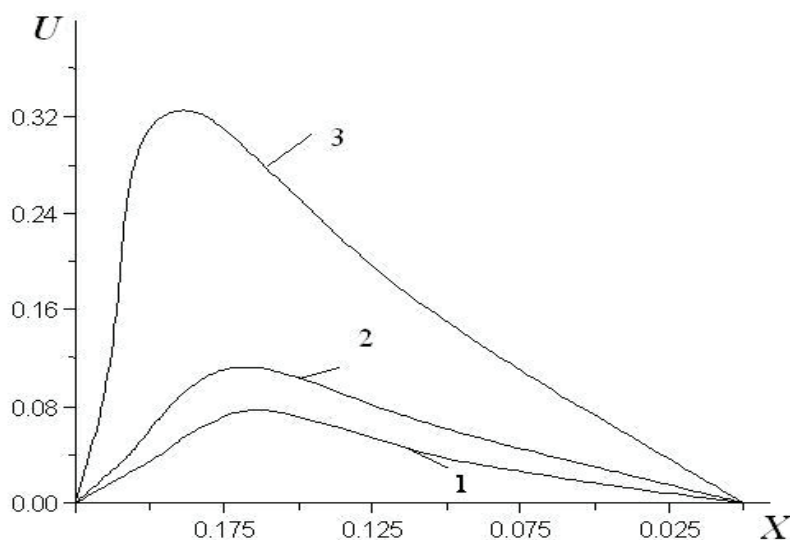


Рис. 2. Изолинии продольной составляющей скорости в момент времени $Fo=4,5 \cdot 10^{-2}$ при числе $Re=300$ и геометрическом отношении сторон полости $L/H=1/2$. Кривые соответствуют значениям $U(X)$ в сечениях: 1 — $y=0.815$; 2 — $y=0.733$; 3 — $y=0.625$

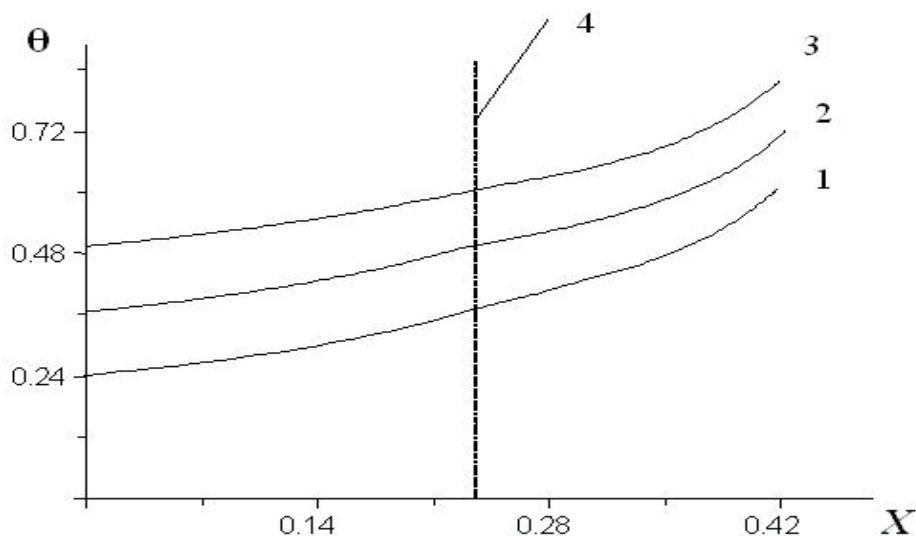


Рис. 3. Распределения температуры в твёрдой и жидкой фазах в различных сечениях y по координате x в момент времени $Fo=4,5 \cdot 10^{-2}$ при $Re=400$, $Pr=0.979$ и геометрическом отношении сторон полости $L/H=1/2$: 1 — $y=0.51$; 2 — $y=0.6$; 3 — $y=0.73$; 4 — граница раздела жидкой и твёрдой фаз

На рис.3 представлены распределения температуры в твёрдой и жидкой фазах в различных сечениях у по координате x в момент времени $Fo=4,5 \cdot 10^2$ при $Re=400$, $Pr=0.979$ и геометрическом отношении сторон полости $L/H=1/2$: 1 — $y=0.51$; 2 — $y=0.6$; 3 — $y=0.73$. Характер распределения температуры в жидкой фазе по сечениям носит более выраженный характер, чем в твёрдой. В твердой фазе температурный напор уменьшается по высоте полости, что обусловлено теплоотводом с её внешней боковой поверхности и конвективным теплопереносом в гидродинамической области.

Выводы:

Результаты численного анализа позволяют оценить влияние охлаждения внешней поверхности боковой стенки полости на условия теплообмена и гидродинамическую картину течения теплоносителя.

Проведённые исследования позволяют сделать вывод о возможности расширения области применения математического аппарата [3, 6] для решения задач сопряжённого теплообмена при движении жидкости в полостях с более сложными геометриями и условиями теплопереноса.

Литература:

1. Рыкалин, Н. Н., Углов А. А., Анищенко Л. М. Высокотемпературные технологические процессы. Теплофизические основы. — М.: Наука, 1985. — 172 с.
2. Fedorov, A. G., Viskanta R. Three-dimensional conjugate heat transfer in the microchannel heat sink for electronic packaging // J. Heat Mass Transfer. — 2000. — № 43. — p.399–415.
3. Kraynov, A. V., Kuznetsov G. V. Conjugate heat transfer during viscous liquid movement in the open cavity, considering its cooling through outer boundary of back surface (01023) // EPJ Web of Conferences. — 2014 — Vol. 76. — p. 1–6
4. Самарский, А. А., Вабищевич П. Н. Вычислительная теплопередача. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 784 с.
5. Kuznetsov, G. V., Sheremet M. A. Modelling of non-stationary heat transfer in closed area with a local heat source // J. Thermophysics and Aeromechanics. — 2005. — v.12. — № 2. — p.287–295.
6. Kuznetsov, G. V., Krainov A. V. Conjugate heat exchange and hydrodynamics for a viscous incompressible fluid moving in a rectangular cavity // J. Applied Mechanics and Technical Physics. — 2001. — v.42. — № 5. — p.851–856.

Оценка стабильности микробиологических показателей параметров воздушной среды производственных помещений

Кувшинова Оксана Сергеевна, студент;

Боган Владимир Иванович, старший преподаватель;

Шкаева Наталья Анатольевна, доктор биологических наук, профессор

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (г. Челябинск)

Максимюк Николай Несторович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

По мере развития и внедрения в производство продуктов биотехнологии, новых подходов к обеспечению безопасности и управлению рисками, принятия новых технических регламентов, стандарты Системы менеджмента качества, НАССР и GMP будут обязательны к применению [1–6]. Задача статистического управления процессами — обеспечение и поддержание процессов на приемлемом и стабильном уровне. Гарантируя соответствие продукции и услуг установленным требованиям. Главный статистический инструмент, используемый для этого контрольная карта, графический способ представления и сопоставления информации, основанной на последовательности выборок. Отражающих текущее состояние процесса, с границами, установленными на основе внутренней присущей процессу изменчивости. Метод

контрольных карт помогает определить, действительно ли процесс достиг статистического управляемого состояния на правильно заданном уровне или остается в этом состоянии, а затем поддерживать управление и высокую степень однородности важнейших характеристик продукции или услуги посредством непрерывной записи информации о качестве продукции в процессе производства. Использование контрольных карт и их тщательный анализ ведут к лучшему пониманию и совершенствованию процессов.

1) Анализируем данные общего микробного числа в течение года в производственных помещениях.

Заносим в таблицу значения: месяц в котором отбиралась проба; значение микробного числа (ОМЧ) в соответствии со стандартами GMP EC; «уровень тревоги» — кри-

тические значения общего микробного числа; полученные показатели (общее микробное число в КОЕ/м³).

2) Строим графики с помощью таблиц с параметрами воздуха исследуемых помещений

3) Находим статистический индекс С_{рк} параметров воздушной среды исследуемых помещений.

Расчет статистического индекса С_{рк}. Это наиболее простой и непосредственный индикатор пригодности процесса. Он определяется как отношение размаха допуска к размаху процесса. Расчет проводят после подтверждения того, что процесс находится в статистически

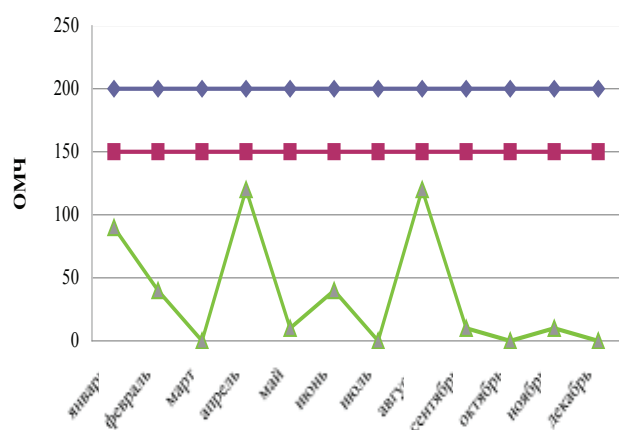
управляемом состоянии, с использованием контрольных карт размахов и средних арифметических.

Для совокупности, образованной из значений ОМЧ, рассчитывают:

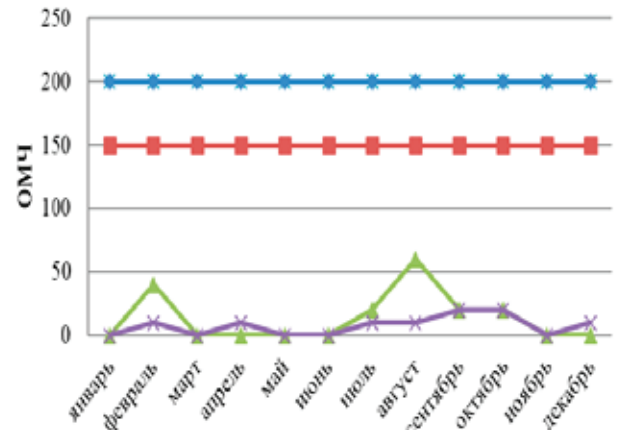
1) стандартное отклонение;

2) показатель С_{рU} (С_{рк}), отражающий положение общего среднего (\bar{x}) относительно наибольшего предельного значения показателя качества (USL);

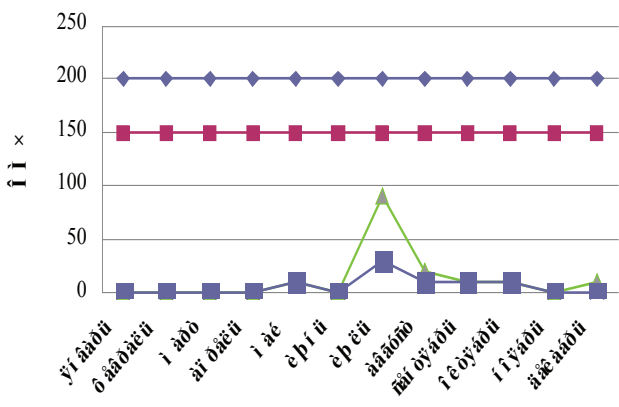
3) показатель С_{рL}, отражающий положение общего среднего (\bar{x}) относительно наименьшего предельного значения показателя качества (LSL), где из двух показате-



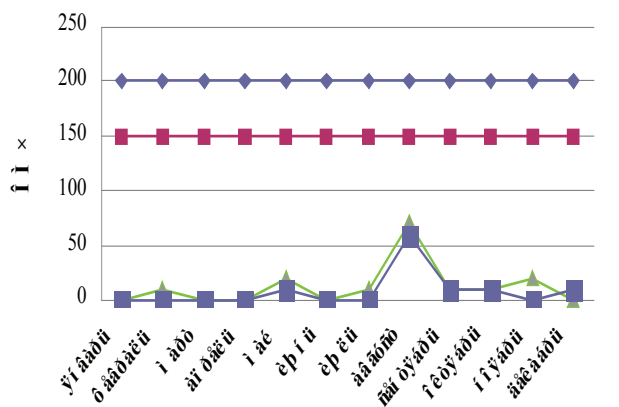
в помещении «Сан пропускник»



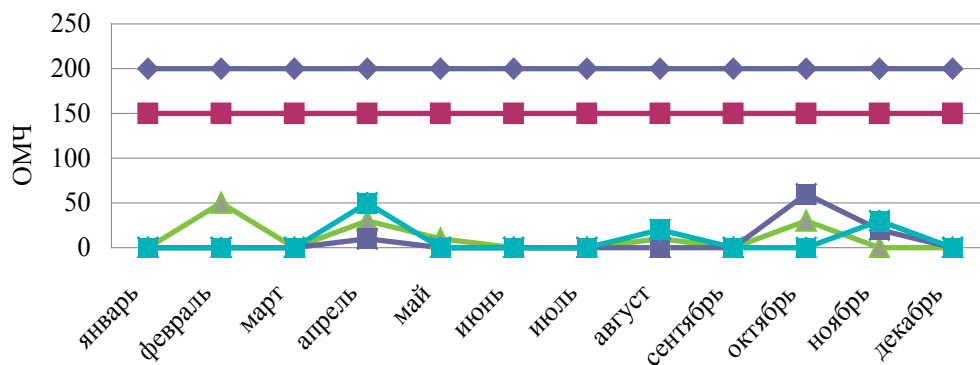
в помещении «Весовая»



в помещении «Смешивания компонентов»



воздуха в помещении «Таблетирования»



в помещении «Фасовка в блистеры»

— норма по GMP EC, — «уровень тревоги», — т. 2014 г

Рис. 1. Годовой график изменения параметров воздуха

Таблица 1. Критерии процесса в помещении

№ помещения	Среднее значение, (\bar{x})	Стандартное отклонение, (δ)	Предельное значение показателей качества, (USL)	Статистический индекс Срк200	Предельное значение показателей качества, (USL)	Статистический индекс Срк150
1	36,67	45,53	200	1,2	150	0,83
2	10,42	14,57	200	4,34	150	3,19
3	9,17	18,47	200	3,44	150	2,54
4	10,42	17,67	200	3,58	150	1,69
5						

телей СрU и СрL необходимо выбрать наименьшее значение.

Значимым показателем является индекс Срк $\geq 1,33$. Такое значение индекса свидетельствует о стабильности процесса.

На рисунке 1 представлены показатели параметров воздуха отобранные в производственных помещениях. Изучив показатели параметров воздуха, мы определили статистический индекс Срк. В таблице 1 указаны критерии процесса для помещений: 1 — сан.пропускник, 2 — весовая, 3 — смешивания компонентов, 4 — таблетирования, 5 — фасовка в блистеры.

Анализируя полученные в 2014 г. году данные, мы увидели, что максимальное значение параметров воздуха в помещении: «Сан пропускник» составило 120 КОЕ/м³; «Весовая» — 60 КОЕ/м³; «Смешивания компонентов» — 90 КОЕ/м³; «Таблетирования» составило 70 КОЕ/м³; «Фасовка в блистеры» — 60 КОЕ/м³.

Все полученные значения параметров воздушной среды производственного помещения соответствуют норме и не превышают «уровня тревоги». Полученные индексы Срк свидетельствует о стабильности процесса в производственных помещениях.

Литература:

1. Кувшинова, О. С. Применение элементов стандарта GMP в России / О. С. Кувшинова, Н. А. Шкаева // Молодой ученый. — 2015. — № 3 (83). — с. 165–168.
2. Ребезов, М. Б. Интегрированные системы менеджмента качества на предприятиях пищевой промышленности: монография / М. Б. Ребезов, Н. Н. Максимюк, О. В. Богатова, Н. Г. Курамшина, Е. С. Вайскрובה. — Магнитогорск: МаГУ, 2009. — 357 с.
3. Ребезов, М. Б. От лучшего управления — к лучшему качеству. Система менеджмента качества на основе международных стандартов ИСО серии 9000: учебное пособие / М. Б. Ребезов, Н. Н. Максимюк, Е. С. Вайскрובה. — Магнитогорск: МаГУ, 2007. — 132 с.
4. Цой, В. А. Анализ развития менеджмента качества / В. А. Цой, М. Б. Ребезов // Ученые записки института сельского хозяйства и природных ресурсов НовГУ. — Т. 17, Вып. 2. — В. Новгород, 2009. — с. 105–109.
5. Прохасько, Л. С. Современные проблемы науки и техники в пищевой промышленности: учебное пособие / Л. С. Прохасько, М. Б. Ребезов, Г. Н. Нурымхан. — Алматы: МАП, 2015. — 112 с.
6. Ребезов, М. Б. Основы законодательства и стандартизации в пищевой промышленности: учебное пособие / М. Б. Ребезов, Н. Б. Губер, К. С. Касымов. — Алматы: МАП, 2015. — 208 с.

Применение различных методов фильтрации изображения

Кудряшов Дмитрий Сергеевич, магистрант;

Научный руководитель: Степанов Игорь Михайлович, кандидат технических наук, профессор
Московский государственный университет леса

В статье описаны методы фильтрации применяемые при дешифрировании аэрокосмических снимков Земли, а так же рассматривается пример обработки изображения разными методами фильтрации.

Ключевые слова: дешифрирование, аэрокосмический снимок, фильтрация изображения.

Keywords: Decoding, aerospace picture, filtering image.

Фильтрация является одним из этапов дешифрирования аэрокосмических снимков Земли. Фильтрация отвечает за четкость получаемого при дешифрировании снимка.

Мною было рассмотрено множество видов фильтрации аэрокосмических снимков и выбрано два метода фильтрации для решения двух видов задач.

Для обработки изображения на этапе фильтрации были выбраны 2 метода фильтрации. Для обнаружения лесных пожаров и незаконных вырубок леса был выбран метод инверсной фильтрации, поскольку данный вид фильтрации является одним из простейших и не требует большого количества времени на реализацию. Для составления карт был выбран метод минимизации сглаживающего функционала со связью (метод Тихонова). Преимуществом данного вида фильтрации является для

обработки изображения нужно знать только среднее значение и дисперсию шума, величины этих значений можно определить на основе заданного искаженного изображения.

Выбор методов фильтрации изображения был обусловлен тем, что для обнаружения лесных пожаров, незаконных вырубок леса, а так же их ликвидации требуется высокая скорость обработки изображения, при этом можно пожертвовать качеством изображения. Для составления карт наоборот не столь важна скорость обработки изображения, сколько важна четкость обработанного снимка.

При помощи программы MatLab были проведены эксперименты по фильтрации аэрокосмических снимков.

На рисунке 1 мы видим исходное аэрокосмическое изображение в последствии обработанное инверсной филь-

$$\hat{F}(u, v) = \frac{G(u, v)}{H(u, v)}$$

$$G(u, v) = H(u, v)F(u, v) + N(u, v)$$

$$\hat{F}(u, v) = F(u, v) + \frac{N(u, v)}{H(u, v)}$$

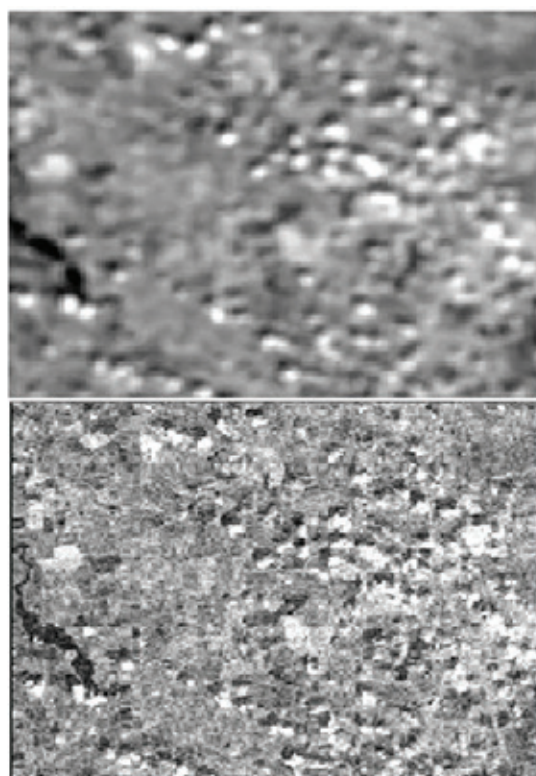


Рис. 1

Сглаживающий функционал

$$C[f] = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (\nabla^2 f(x,y))^2 \quad \nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

Дополнительное ограничение (связь)

$$\|\mathbf{g} - \mathbf{H}\hat{\mathbf{f}}\|^2 = \|\boldsymbol{\zeta}\|^2$$

Решение оптимизационной задачи с ограничением в частотной области

$$\hat{F}(u, v) = \left(\frac{H^*(u, v)}{|H(u, v)|^2 + \gamma |P(u, v)|^2} \right) G(u, v)$$

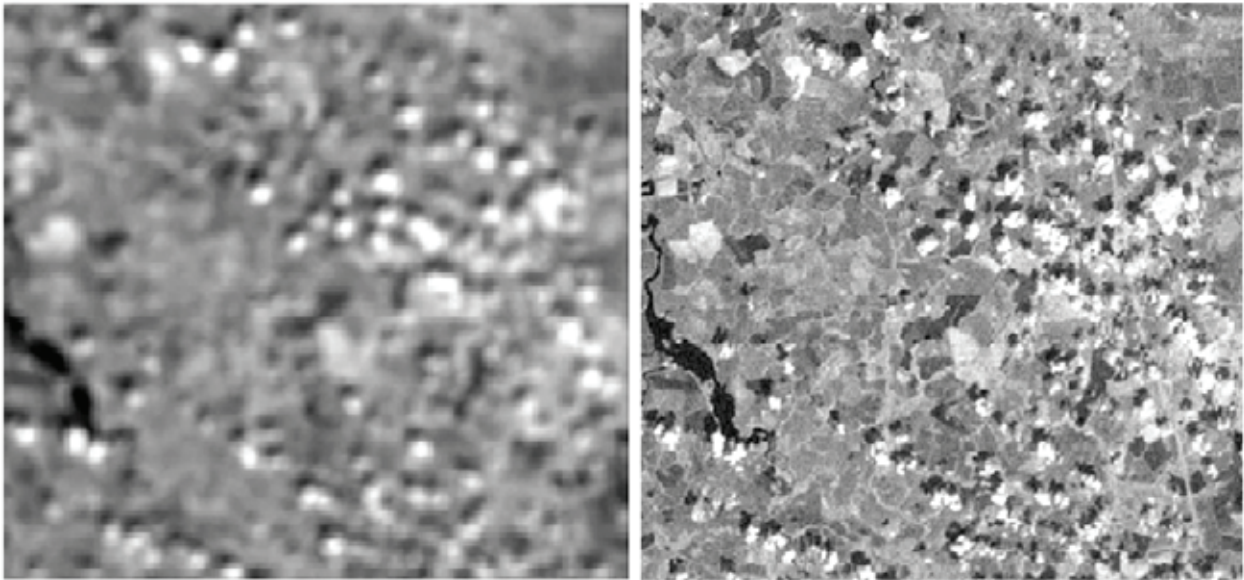


Рис. 2

трацией. Как видно из данного рисунка качество изображения улучшилось.

На рисунке 2 представлено изображение обработанное методом минимизации сглаживающего функционала со связью. По сравнению с инверсной фильтрацией, изображение обработанное методом Тихонова имеет более высокую четкость, но также потребуется больше времени

чтобы обработать аэрокосмический снимок данным методом.

Были применены два вида фильтрации для решения двух разных видов задач. Как можно увидеть на рисунке 1 и рисунке 2 фильтрация была применена успешно, поскольку в обоих случаях качество изображения заметно улучшилось.

Литература:

1. В. И. Сухих. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: Учебник. — Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005.
2. Кашкин, В. Б., Сухинин А. И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений. — М.: Логос, 2001.
3. Материалы кафедры ВТ МГУЛ.
4. В. И. Майорова, А. М. Банников, К. И. Зайцев «Математическое моделирование процесса радиометрической коррекции снимков дистанционного зондирования Земли»

О проблемах геометрического моделирования рельефа поля для задач мелиорации

Кучкарова Диларом Файзуллаевна, доктор технических наук, профессор
Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

Хаитов Бафо Усманович, кандидат технических наук, зав.кафедрой
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

При геометрическом моделировании рельефа поля для задач мелиорации основными требованиями к моделированию являются планировка и орошение.

Рассмотрим первое из них. Планировка поля для оптимального орошения требует наиболее плоской планировки. При этом микрорельеф местности не всегда идеален. Ясно, что имеющиеся выемки требуется закопать, а выпуклости срезать. Проблемой является то, что при такой планировке теряется гумусный, плодородный слой почвы, который расположен в верхнем слое земли, имеет мощность до 20–25 см, и восстанавливается годами при условии усиленных мелиоративных действий, требующих больших экономических затрат. Решение проблемы должно быть направлено на сохранение плодородного слоя почвы. На сегодняшний день имеется решение данной проблемы путем отделения плодородного слоя, произведения планировки, а затем равномерного произведения насыпи. Данный метод тоже малоэффективен, так как в процессе его применения происходит отчуждение почвы, теряется своего рода контакт с подземными водами, разрушается микробиологическая среда.

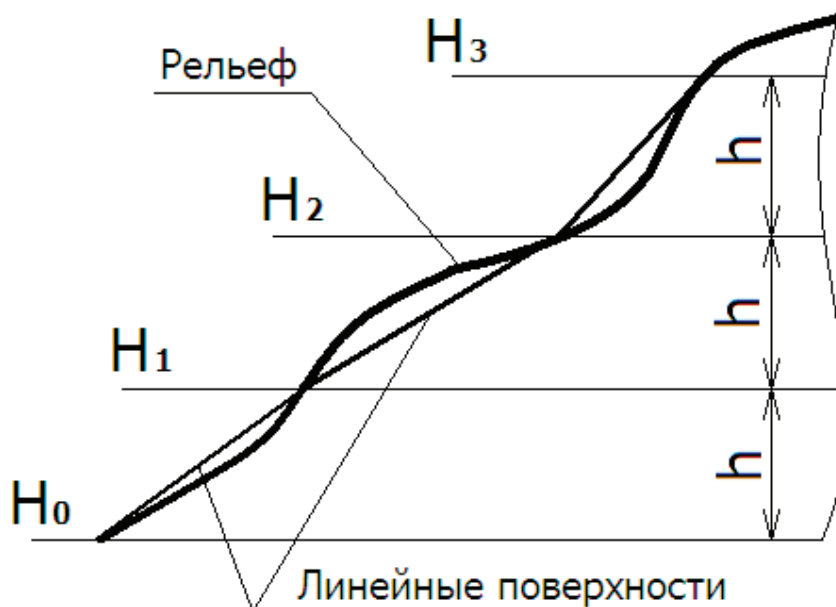
К решению задачи нужно подходить наиболее оптимально, не нарушая природный баланс. Планировку необходимо произвести, сохраняя плодородный слой или с частичной потерей. Отсюда возникает и вторая проблема — орошение.

Орошение неровной поверхности само по себе имеет ряд проблем. В частности, происходит затопление некоторых участков, неравномерное орошение, высокое течение воды по склонам, которое приводит к эрозии грунта, смыванию плодородного слоя, что крайне неблагоприятно.

Проблема состоит в том, что требуется равномерное распределение воды по неровной поверхности. От тех участков, где требуется небольшой объем воды, в особенности в выемках, которые наиболее насыщены влагой в период осадков, необходимо отвести сток воды и направить его в те участки, где она востребована или в водотвод, сэкономив, таким образом, воду.

Проблема требует управления водотоком, сохранения оптимального течения, равномерного распределения и возможности водоотвода, что крайне важно при нынешних экономических условиях дефицита воды в среднеазиатском регионе, в особенности, в Узбекистане. Нельзя допустить излишних затрат воды, нерационального ее использования. В связи с этим требуется найти другие пути решения проблемы, иные модели орошения, особенно важно изменение структуры орошения по бороздам.

Связывая эти две проблемы, требуется разработка наиболее близкой к реальности модели рельефа поля, построение на ее основе проектной модели для решения задач мелиорации, в особенности орошения.



Основываясь на геодезической сетке с числовыми отметками, можно провести горизонтали различного уровня сечения и по ним вычислять углы ската, наклонности, то есть охарактеризовать черты рельефа для наглядности, что уже широко известно и в полной мере применяется. Но проблема в том, что поверхности между горизонталями принимаются за ровные плоскости или за линейные поверхности, что видно при профильном сечении рельефа на приведенном рисунке.

Из чертежа видно, что проведенная ломаная линия по точкам пересечения секущих горизонтальных плоскостей с рельефом дает характеристику рельефа, но она имеет отклонения от реальных очертаний. Метод горизонталей вполне приемлем в картографо-геодезических целях, и даёт полную информацию о регионе, о ланд-

шафтном строении. Но как только проблема связывается с мелиоративной задачей, где масштабы чертежа более крупные (1:1000, 1:1500), то становятся необходимы более точные и информативные данные, и метод горизонтальных сечений усугубляется. Требуется провести горизонтальные плоскости с наименьшим расстоянием друг от друга.

Современные технологии требуют и дают возможность полной информативности. Зная геоморфологию рельефа можно построить ее в трехмерном пространстве, а на ее основе получить всю требуемую информацию о каждом секторе, квадрате. Применяя компьютерные технологии, можно построить топографическую поверхность, на основе которой требуется разработка модели для решения мелиоративных задач, в частности орошения.

Литература:

1. Каганов, М. А. и др. Физические проблемы мелиораций и обработки почв. Сборник статей — Л.: Колос, 1970.
2. Прока, В. Е., Моток В. Е., Войну Р. И. и др. Ландшафтное картографирование земель для целей мелиоративного строительства. Кишинев, Штинца, 1978.
3. Духовный, В. А. Мелиорация и водное хозяйство засушливой зоны. Ташкент, Мехнат, 1993.
4. Дубенок, Н. Н., Шуляк Н. Н. Землеустройство и картографирование мелиорируемых земель. Ташкент, 2000.

Анализ современного состояния проектирования поля с позиции требований мелиорации

Кучкарова Диларом Файзуллаевна, доктор технических наук, профессор
Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

Хаитов Бафо Усманович, кандидат технических наук, зав. кафедрой
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Одно из ведущих мест в комплексе мелиоративных работ занимает планировка орошаемых земель, предусматривающая равномерное распределение влаги по всему орошаемому полю при поверхностном поливе и высокопроизводительную механизацию сельскохозяйственных работ [1,2]. Поверхностное орошение — наиболее древний и пока самый распространенный способ.

В настоящее время планировка орошаемых полей производится под горизонтальную плоскость, наклонную плоскость, под ряд наклонных плоскостей, топографическую поверхность и линейчатую поверхность [3]. Каждый из этих видов применим исходя от формообразования — усложненности рельефа.

Под горизонтальную плоскость планируют рисовые поля и участки влагозарядкового орошения, где предусматривается полив затоплением. Таковую же планировку проводят и на сильно засоленных почвах. При поливах по бороздам или полосам наилучшей является планировка под наклонную плоскость, при которой уклоны всех борозд (полос) на участке или карте получаются одинаковыми

и постоянными по длине. Планировка под топографическую поверхность близка к естественному рельефу. При планировке под линейчатую поверхность каждая борозда имеет прямой однообразный уклон, а уклоны разных борозд неодинаковые [3].

Кроме этого имеется еще кулисная планировка, предусматривающая сохранение плодородного слоя почвы при сложных рельефах. С поверхности поля срезается плодородный слой почвы, проводится предусмотренная планировка, после чего равномерным слоем распределяется гумусный — плодородный слой почвы.

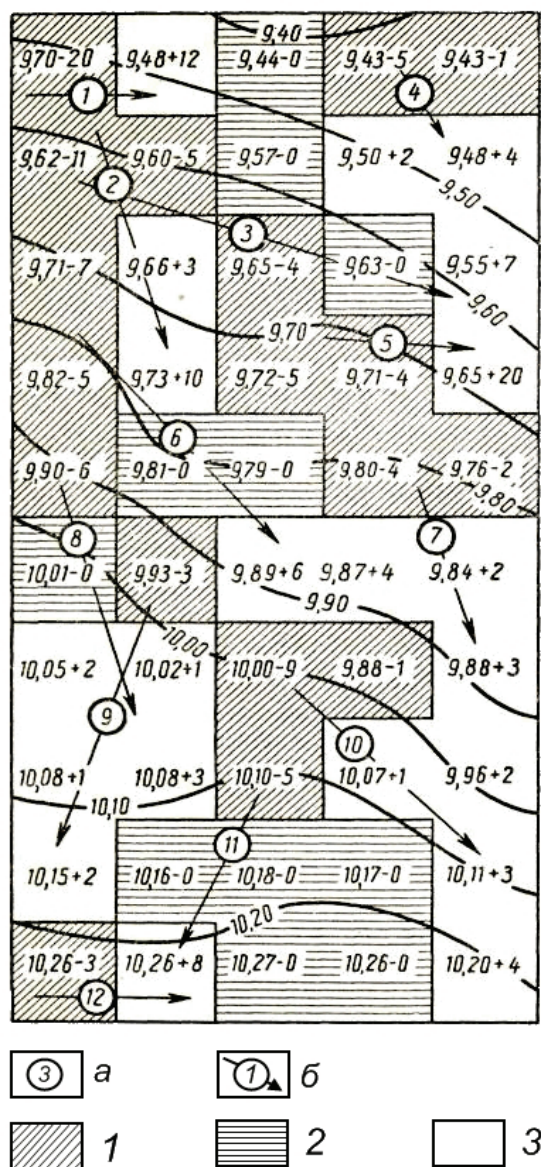
История научного подхода к планировке, к построению проектной поверхности орошаемых земель весьма плодотворна. Имеются различные методы планировки орошаемых земель еще с 50-х гг. прошлого века. Наиболее распространенным является метод Н. П. Самсоновой, основанный на балансе работ по поперечникам, перпендикулярным направлению полива; проектирование планируемой поверхности делается в пределах площадей, ограниченных трассами временных оросителей.

Метод С. М. Кривовяза основан на исправлении горизонталей существующей поверхности поливного участка в соответствии с требованиями полива. Наложение на план проектируемых горизонталей на существующие позволяет определить нужные объемы срезов и насыпей грунта. В методе В. Н. Мартенсона проектирование планировки ведется по площадкам между временными оросителями и выводными бороздами. А. Н. Ляпиным предложен метод планировки под линейчатую поверхность [4], т.е. только по длине отдельных поливных борозд или полос; для упрощения Х. К. Газиев предлагает при планировке поливных участков исходить из баланса половины и части полос между временными оросителями [5].

Построение проектной поверхности разрабатывается следующим образом.

Для выявления зон с тем или иным характером планировочных работ используют топографические планы масштаба 1:10000 или 1:5000 с сечением горизонталей через 0,5 м и соответствующие топографические планы типовых участков масштаба 1:1000–1:2000 с сечением горизонталей через 0,10–0,25 м [6,7]. Проектирование планировки орошаемых земель ведутся непосредственно на этих картах топографической поверхности поля, методами выявления уровней срезки и насыпи. Для этих целей на поверхности орошаемого поля ведутся геодезические съемки по квадратам со стороной 10–20 м [8]. Координаты высотных точек вводятся на карту с числовыми отметками.

Исходя из условия проведения планировки под горизонтальную или наклонную плоскость, путем варьирования



а - номер маршрута; б - маршрут транспортировки грунта; 1 - контуры срезки; 2 - контуры нулевых работ; 3 - контуры насыпи.

Рис. 1. Примерная рабочая схема планировки

проектной плоскости относительно топографической поверхности выбирается наиболее сбалансированный вариант, учитывающий наименьшую сумму срезов и насыпей. Для этой цели ведутся математические расчеты. Карта проектной поверхности разбивается на квадраты (20х20м), условными обозначениями указываются квадраты срезы и насыпи, рассчитывают транспортировку перемещения грунта и стрелками указывается направ-

ление перемещения (рис. 1.1). Вся работа до и после планировке контролируется нивелирами.

На сегодняшний день при современном развитии техники и технологий процесс планировки орошаемых земель вполне автоматизирован. Введены лазерный контроль нивелирования, лазерная планировка, разработаны программные обеспечения для проектирования проектной поверхности, внедрены системы навигации GPS и т.д.

Литература:

1. Ефремов, А. Н. О значении планировки земель при поверхностном поливе сельскохозяйственных культур // Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии и техника в орошаемом земледелии: сб. науч. докл. — Коломна: ВНИИ «Радуга», 2003. Ч.1. — с. 117–121.
2. Планировка орошаемых земель. http://personal.primorye.ru/landrecl126/land9.htm#_top
3. Гаджиев, Т. М. Технология планировки орошаемых земель. — М.: Колос, 1981. — С.3–61.
4. Ляпин, А. Н. Проектирование планировки орошаемых земель. // Труды ТИИИМСХ. — Т.: 1975. вып. 72. — с. 61–72.
5. Газиев, Х. К. Планировка поливных участков при переходе на новую систему орошения в условиях Чуйской долины Киргизской ССР: Дисс. ... канд. тех. наук. — Фрунзе, 1954 г. — 221 с.
6. Есмуханов, Ж. М., Куспекоев К. А. Об одном алгоритме построения кратчайших связывающих линий в двумерном пространстве сортогональной метрикой. — Алматы, 1994. — 10 с. — Деп. в КазгосИНТИ 6.06.1994, — № 5054.
7. Серикбаев, Б. С., Бараев Ф. А., Базаров Р. Х., Тешабаев Б. Т., Касымбетова С. А., Уралов Б. Р., Шеров А. Г., Кучкаров А. А., Серикбаева Э. Б. Практикум по эксплуатации и автоматизации гидромелиоративных систем / Под. ред. Б. С. Серикбаева. — Т.: Мехнат, 1996. — с. 278–283.
8. Костяков, А. Н. Основы мелиораций. — М.: Сельхозгиз, 1960. — с. 52–121.

Современные системы ведения сельского хозяйства

Кучкарова Диларом Файзуллаевна, доктор технических наук, профессор
Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

Хаитов Бафо Усманович, кандидат технических наук, зав. кафедрой
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Планировка орошаемых земель интенсивно развивается с применением современных компьютерных технологий. На западе и в развитых странах сельское хозяйство переведено в так называемую систему точного земледелия (СТЗ), которое предусматривает комплекс мер сбора информации о земле от посевных работ до уборки урожая с использованием компьютерных и GPS технологий. СТЗ основано на новом взгляде на сельское хозяйство, при котором сельскохозяйственное поле, неоднородное по рельефу, почвенному покрову, агрохимическому содержанию требует применения на каждом участке наиболее подходящих агротехнологий [1–2].

Применение системы точного земледелия возможно при одновременном выполнении двух условий: информированности о точном месте нахождения техники в поле и характерных для данного участка определенных параметров. При этом точность позиционирования может варьироваться от нескольких метров до нескольких сантиметров. Сегодня удовлетворению этого требования

способствуют глобальная позиционная система навигации и определения положения (GPS), компьютерное и электронное оборудование. Для получения подобной информации необходимо лишь установить приборы на эксплуатируемую технику и подключиться к GPS. Выполнение второго требования связано со сбором данных по каждому полю. И для этого необходим целый набор современных средств. В первую очередь, это полевой компьютер с функцией картографирования [3].

Основой использования систем точного земледелия являются такие программные продукты, как SMS, SS-Tools, «Agroview» и «FieldManager».

При помощи многофункциональных программ SS-Tools или SMS создается многослойная карта, включающая карту границ полей, топографическую карту, почвенную карту, карту урожайности. На их основе может быть рассчитана карта прибыльности. Информационные слои программы SSTools организуются, хранятся, анализируются и выводятся для принятия решений [3].

Не исключено, что в ближайшем будущем будут разработаны и такие программные модули, которые на базе анализа ГИС данных и агротехнических данных в автоматическом режиме будут предлагать различные варианты проектной поверхности для планировки и проведения оросительной сети. При этом планировка орошаемых земель будет состоять не только под горизонтальную или наклонную плоскость, но и под топографическую поверхность, ряд наклонных плоскостей. Пока проблема состоит в разработке геометрического решения данной проблемы.

Во всех вышеперечисленных методах планировки орошаемых земель также рассматривается и преобразовывается топографическая поверхность построенной на методах изолиний. Поскольку целью планировочных работ является равномерное поверхностное орошение, было бы уместно сначала провести анализ топографической поверхности на выявление структурных линий. Планировка под горизонтальную или наклонную плоскость подразумевает сплошную срезку выступов не зависимо от уровня залегания плодородного слоя почвы. В большинстве случаев приходится терять этот ценный слой. Также, основной задачей планировки под наклонную плоскость является дальнейшая механизация сельскохозяйственных работ — нарезание параллельных и одинаковых по уклону оросительных борозд.

Изучая западную систему точного земледелия, которая учитывает свойство каждого квадратного метра земли,

полив, внесение удобрений на требуемые участки и сравнивая такую систему с традиционной нашей, нетрудно сопоставить экономические затраты и получаемые эффекты в сельском хозяйстве. Требуется корректировать, изменить наш подход к сельскохозяйственной деятельности, сохранить каждый квадратный метр плодородного слоя почвы. Для этих целей требуется тщательный анализ ТП, разработка системы выбора оптимальных вариантов проектной поверхности. Следует вести систему выбора вариантов проведения оросительной сети на спланированной поверхности.

Все эти проблемы требуют основательного подхода решений на базе теории топографической поверхности, разработки методик геометрического моделирования рельефа поля в современных системах автоматизированного проектирования с учетом требований сельскохозяйственных мелиораций.

Геометрическое моделирование рельефа поля для задач мелиорации требует от инженера-проектировщика не только инженерно-прикладных знаний и навыков, но и комплексное изучение сельскохозяйственной мелиорации. Требуется знать и осмыслить требования мелиораций к проектной поверхности планировки, проведения системы оросительной сети, суть проблемы, иначе моделирование может протекать эвристическим путем, путем ошибок и заблуждений.

Литература:

1. Точное земледелие. <http://www.technoserv.ru/ru/solutions/gis/farming/>
2. Точное земледелие: комплексный подход. <http://www.ikc-apk.kuban.ru/newapk/gps/gps160708.html>
3. Что такое точное земледелие, и зачем оно нужно именно сейчас? <http://www.agro-inform.ru/2008/01/tochnoe.htm>

Исследование процессов сажеобразования и сажесодержания в цилиндре быстроходного дизеля с турбонаддувом Д-245.12С при работе на компримированном природном газе

Лиханов Виталий Анатольевич, доктор технических наук, профессор;
Россохин Алексей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Общемировая тенденция по форсированию ДВС, в том числе и дизелей, в первую очередь по среднему эффективному давлению, приводит к повышению средней температуры цикла и, как следствие, повышению тепловой напряженности деталей и содержанию сажи в отработавших газах. Соответственно необходимо проводить мероприятия по снижению тепловой нагрузки на детали, непосредственно контактирующие с горячими газами. Это, в свою очередь, приводит к росту тепловых потерь, что отрицательно сказывается на экономичности работы двигателя.

Кроме того, ДВС и, в частности, дизели являются одними из основных источников загрязнения воздушного бассейна в крупных городах и потребителей невозобновляемых углеводородных топлив нефтяного происхождения. Для снижения выбросов вредных веществ автомобильным транспортом в окружающую среду, особенно в крупных городах, в РФ принята Концепция развития автомобильной промышленности РФ.

В то же время использование альтернативных, экологически более чистых моторных топлив позволит снизить токсичность ОГ дизелей. При этом, по мнению специали-

стов, наиболее перспективными топливами на ближайшие десятилетия как с точки зрения величины запасов, так и с точки зрения низкой стоимости и экологичности являются компримированный природный газ (КПГ) и спиртовые топлива.

Значительный интерес при этом представляет определение массовой S и относительной g концентрации сажи в цилиндре дизеля, а также количество частиц сажи в единице объема цилиндра. Имеющиеся данные по этому вопросу часто противоречивы и ставят под сомнение их использование в условиях отличных от тех, в которых они были получены с необходимой степенью достоверности.

В данной работе рассмотрено использование газомоторного и спиртового топлива в автотракторных дизелях Д-245.12С и Д-21А1.

С помощью программы для определения массовой и относительной концентрации сажи в цилиндре дизеля нами была рассчитана массовая S и относительная g концентрации сажи в цилиндре дизеля и газодизеля с турбонаддувом (Д-245.12С) размерности 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала (п.к.в.). Расчет концентрации сажи в цилиндре дизеля проводился по известным методикам, разработанным профессорами С. А. Батуриным, А. С. Лоскутовым и В. Н. Ложкиным.

На рис. 1 представлено изменение показателей сажеобразования и температуры в цилиндре дизеля и газодизеля с турбонаддувом 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от угла п.к.в. на номинальном режиме работы ($n = 2400$ мин⁻¹, $p_e = 0,84$ МПа) при $\Theta_{впр} = 11^\circ$ п.к.в.

Из представленных зависимостей видно, что начало видимого сгорания топлива начинается через 2...3° после ВМТ. Воспламенение рабочей смеси приводит к интен-

сивному тепловыделению, и температура газов быстро достигает максимального значения: 2100 К при дизельном процессе и 2500 К при газодизельном. Результирующее сажеобразование в ОГ складывается из двух противоположно направленных процессов — образования и выгорания частиц. Преобладание какого-либо процесса на определенном участке процесса сгорания топливоздушнoй смеси ведет к изменению концентрации сажи в ту или иную сторону. Учитывая, что горение ДТ и метановоздушной смеси (МВС) характеризуется как турбулентное пламя предварительно неперемешанной смеси, то процессы горения реализуются в условиях пространственной неоднородности и неравновесности распределения топлива в МВС, неустойчивости во времени и с учетом молекулярной и турбулентной диффузии. Начало сажевыделения в цилиндре дизеля совпадает с началом видимого сгорания, то есть сажа образуется сразу же, как только появляется устойчивый фронт пламени. Результирующее сажеобразование при этом складывается из трех этапов процесса сажеобразования.

На первом этапе происходит резкое возрастание массовой концентрации сажи в цилиндре дизеля в результате преобладающего влияния процесса сажеобразования над ее выгоранием. На этом участке пламя быстро распространяется на весь объем подготовленной к сгоранию за период задержки воспламенения (ПЗВ) смеси.

С учетом проведенных в разное время исследований по изучению механизмов сажеобразования при горении углеводородных топлив, результаты которых на сегодняшний день не вызывают сомнений, мы предполагаем, что образование основной массы частиц сажи происходит по цепному радикальному процессу и основными путями

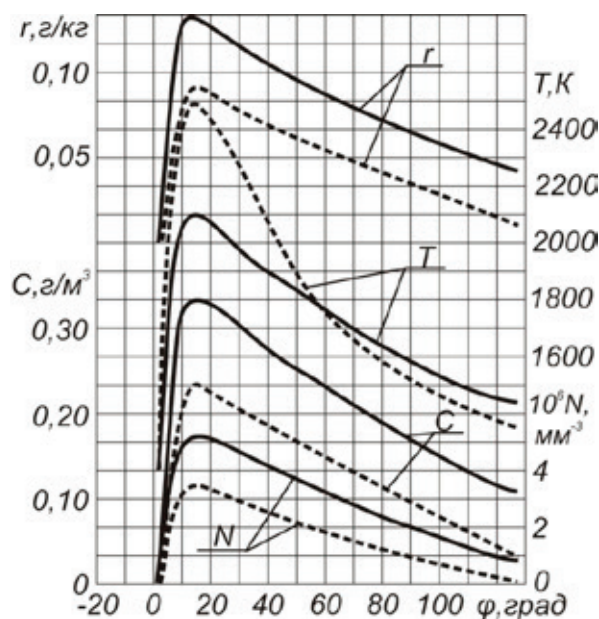


Рис. 1. Изменение показателей сажеобразования и температуры в цилиндре дизеля с турбонаддувом 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от угла п.к.в. при $\Theta_{впр} = 11^\circ$ п.к.в.; $n = 2400$ мин⁻¹ и $p_e = 0,84$ МПа: ——— — дизель; — — — — газодизель

образования сажи в цилиндре дизеля с турбонаддувом при работе на КПП является низкотемпературный фенильный механизм (НТФМ) (преобладающий в ядре факела и температуре менее 1500 К) и высокотемпературный ацетиленовый механизм (ВТАМ) (преобладающий в переднем фронте и температуре более 1500 К).

На втором этапе процесса сажеобразования пламенем охвачена большая часть объема и происходит диффузионное горение основной части заряда. Температура в цилиндре повышается до максимального значения, и процессы образования и выгорания сажи идут с неизмеримыми скоростями, но суммарное сажесодержание продолжает увеличиваться. На этом участке основным механизмом образования сажи является ВТАМ. Образовавшиеся в результате физико-химических превращений топлива частицы сажи окисляются и газифицируются, так как температура газов становится достаточно высокой, а общий коэффициент избытка воздуха высокий.

На третьем этапе процесс выгорания сажи доминирует над процессом образования. Сгорание основной массы заряда к этому времени завершилось, и возможно лишь догорание отдельных локальных объемов смеси и сажевых частиц. Работа дизеля с турбонаддувом характеризуется значительным обеднением смеси даже на режимах высоких нагрузок и повышенной турбулентностью смеси в цилиндре двигателя. То есть создаются благоприятные условия для выгорания сажевых частиц. Этот процесс длится до открытия выпускных клапанов, а содержание сажи при этом снижается до значений, определяющих дымность ОГ.

Литература:

1. Лиханов, В. А., Россохин А. В. Особенности теплообмена излучением в цилиндре дизелей при работе на газомоторном топливе // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2014. № 10–1. с. 14–17.
2. Улучшение экологических показателей дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Лиханов В. А., Россохин А. В., Олейник М. А., Рудаков Л. В. / *Тракторы и сельхозмашины*. 2006. № 9. с. 8–10.
3. Улучшение эффективных показателей дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Лиханов В. А., Лопарев А. А., Рудаков Л. В., Россохин А. В. / *Тракторы и сельхозмашины*. 2006. № 12. с. 15–19.
4. В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. Образование и нейтрализация оксидов азота в цилиндре газодизеля // *монография, Киров, 2004*.
5. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / *Транспорт на альтернативном топливе*. 2012. № 4 (28). с. 70–73.
6. Исследование рабочего процесса дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на метанола-топливной эмульсии // Лиханов В. А. монография / В. А. Лиханов, С. А. Романов; под общ. Ред. В. А. Лиханова; м-во сельского хозяйства российской федерации, ФГОУ ВПО «Вятская гос. с. — х акад». Киров, 2010.
7. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / *Тракторы и сельхозмашины*. 2014. № 6. с. 7–9.
8. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / *Тракторы и сельхозмашины*. 2010. № 1. с. 11–13.
9. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / *Тракторы и сельхозмашины*. 2013. № 2. с. 6–7.
10. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения компримированного природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсий // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / *Тракторы и сельхозмашины*. 2015. № 3. с. 3–6.

Основными факторами, оказывающими влияние на процессы образования и сгорания сажи в цилиндре, являются значения T_{max} , p_z t_{max} цикла, время пребывания частиц в зоне реакции и коэффициент избытка воздуха α . Скорость выгорания сажи определяется скоростями химических реакций на поверхности частиц. Совместное влияние на скорость выгорания сажи оказывают температура продуктов сгорания и концентрация в них кислорода. Принимая во внимание, что метан является наименее склонным к сажеобразованию углеводородом и наличие турбонаддува, обеспечивающего повышенную плотность и турбулентность заряда, можно объяснить минимальный уровень дымности ОГ дизеля при работе на КПП.

Полученные результаты позволяют говорить об эффективности использования КПП в качестве моторного топлива в дизеле с турбонаддувом с целью снижения дымности ОГ и соответственно, сажесодержания в ОГ. Необходимо отметить, что указанный дизель Д-245.12С по дымности ОГ соответствует нормам Евро-1, а его газодизельная модификация со значительным запасом удовлетворяет нормам Евро-4.

В то же время при переходе на газодизельный процесс повышается содержание в ОГ несгоревших углеводородов СН и диоксида углерода CO_2 . Снижения содержания СН в ОГ можно добиться путем установки каталитического нейтрализатора, а CO_2 является продуктом полного сгорания топлива, нетоксичен, хотя и относится к газам, вызывающим «парниковый эффект».

11. Исследование рабочего процесса и улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на метаноле-топливной эмульсии // Лиханов В. А. монография / В. А. Лиханов, С. А. Романов, А. Е. Торопов; м-во сельского хозяйства российской федерации, ФГОУ ВПО «Вятская гос. с. — х. акад.»; под общ. Ред. В. А. Лиханова. Киров, 2011.
12. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. с. 6–7.
13. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путём применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Лиханов В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. / Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.
14. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 4 (40). с. 21–25.
15. Улучшение эксплуатационных показателей тракторного дизеля Д-240 путем применения этаноле-топливной эмульсии // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / Научно-практический журнал пермский аграрный вестник. 2013. № 1 (1). с. 29–32.

Оценка влияния режимов работы дизеля Д-245.12с на дымность отработавших газов при работе на нефтяном и альтернативных топливах

Лиханов Виталий Анатольевич, доктор технических наук, профессор;
Россохин Алексей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) и, в частности, дизели являются одним из основных источников загрязнения воздушного бассейна в крупных городах и потребителей невозобновляемых углеводородных топлив нефтяного происхождения. Значительную опасность для здоровья людей представляют оксиды азота NO_x и бенз (α) пирен, адсорбируемый на поверхности сажевых частиц. Кроме этого, образование сажи при сжигании топлива приводит к отложению нагара на поверхностях камеры сгорания (КС) и оказывает существенное влияние на протекание рабочего процесса. В частности, может привести к нарушению процесса смесеобразования вследствие закоксовывания отверстий распылителя. Что касается исследований блокирующего воздействия нагара на нестационарный теплообмен между рабочим телом и поверхностью КС дизеля, то таких работ до последнего времени практически не было. В 90-х годах проводились исследования в МГТУ им. Н.Э. Баумана, а также в Мюнхенском техническом университете, в результате которых впервые были получены количественные данные [1]. При этом, по мнению специалистов, наиболее перспективным топливом как с точки зрения величины запасов, так и с точки зрения низкой стоимости и высокой экологичности является компримированный природный газ (КПГ).

Принципиальным вопросом при создании ДВС является снижение содержания оксидов азота NO_x и сажи в ОГ, особенно дизелей. Возможно, в перспективе подобную проблему можно будет решить созданием и широким применением чисто газовых двигателей. Однако на переходном этапе не менее важным является создание га-

зодизелей на базе уже существующих и выпускаемых дизелей. Это позволит без вложения значительных материальных ресурсов создать более экологически чистые двигатели, а также существенно сэкономить и заменить топливо нефтяного происхождения, обеспечив при этом двухтопливность дизеля и тем самым расширить его область применения [2].

Проанализировав проведенные ранее научно-исследовательские работы по снижению дымности дизелей путем применения природного газа в качестве моторного топлива, следует отметить отсутствие работ по изучению влияния совместного применения природного газа и турбонаддува на эффективные и экологические показатели дизелей, малое число работ по использованию природного газа в автомобильных дизелях с турбонаддувом рабочим объемом до 5 литров. Практически нет работ доведенных до создания опытных образцов и прошедших эксплуатационные испытания [2].

Все вышеизложенное дает основание предполагать, что улучшение экологических показателей автомобильных дизелей путем снижения дымности ОГ при совместном применении природного газа и турбонаддува, улучшение эффективных показателей дизелей, замена и экономия моторного топлива нефтяного происхождения является актуальной научной задачей, имеющей существенное значение для двигателестроения и требующей своевременного решения, в том числе для двигателей рабочим объемом до 5 литров.

При испытаниях использовался КПГ месторождения «Ямбургское» из газопровода «Ямбург — Тула», соответствующий ГОСТу 27577–2000 «Газ природный то-

пливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия».

На рис. 1 представлено содержание в ОГ дизеля с турбонаддувом 4ЧН 11,0/12,5 наиболее опасных компонентов — оксидов азота NO_x и сажи С при работе на КПГ в зависимости от установочного УОВТ на номинальном режиме работы при $n = 2400$ мин⁻¹ и $p_e = 0,84$ МПа. Данные получены с использованием системы автоматического газового анализа АСГА-Т и сажемера Bosch EFAW-78.

Анализ представленных графиков показывает, что при работе по дизельному процессу увеличение установочного УОВТ с 5 до 17о п.к.в. приводит к возрастанию содержания в ОГ оксидов азота на 4,4%, при этом содержание сажи в ОГ снижается с 3,5 до 1,5 ед. Bosch, то есть на 57,1%. При переходе на газодизельный процесс содержание оксидов азота в ОГ снижается в среднем на 8%. Содержание сажи в ОГ газодизеля с турбонаддувом практически не зависит от УОВТ и не превышает 0,1...0,2 ед. Bosch, то есть на оптимальном для дизельного и газодизельного процессов установочном УОВТ $\Theta_{впр} = 11о$ п.к.в. содержание сажи в ОГ при переходе на КПГ снижается на 96%.

На рис. 2 представлено содержание в ОГ дизеля с турбонаддувом 4ЧН 11,0/12,5 оксидов азота NO_x и сажи С

при работе на КПГ в зависимости от изменения нагрузки при частоте вращения $n = 2400$ мин⁻¹ и $\Theta_{впр} = 11о$ п.к.в.

Анализ графиков позволяет говорить, что с увеличением нагрузки от 0,12 до 0,88 МПа при работе по дизельному процессу содержание оксидов азота в ОГ возрастает со 160 до 185 ppm (на 15,6%), а сажи с 0,9 до 2,6 ед. Bosch (в 2,9 раза). При газодизельном процессе содержание оксидов азота в ОГ становится ниже практически во всем диапазоне нагрузок и на номинальной нагрузке это снижение составляет 8%. Содержание сажи в ОГ газодизеля практически не зависит от нагрузки и составляет порядка 0,1 ед. Bosch.

На рис. 3 представлено содержание в ОГ дизеля с турбонаддувом 4ЧН 11,0/12,5 оксидов азота NO_x и сажи С при работе на КПГ в зависимости от изменения частоты вращения при $Q_{впр} = 11о$ п.к.в.

Содержание в ОГ оксидов азота и сажи определялось в диапазоне частот от 1200 до 2500 мин⁻¹. Следует отметить, что с увеличением частоты вращения содержание оксидов азота снижается с 265 до 170 ppm (на 35,8%), а сажи возрастает с 1,7 до 2,6 ед. Bosch (на 52,9%) на дизельном процессе. При переходе на газодизельный процесс содержание рассматриваемых компонентов в ОГ снижается во всем диапазоне частот вращения.

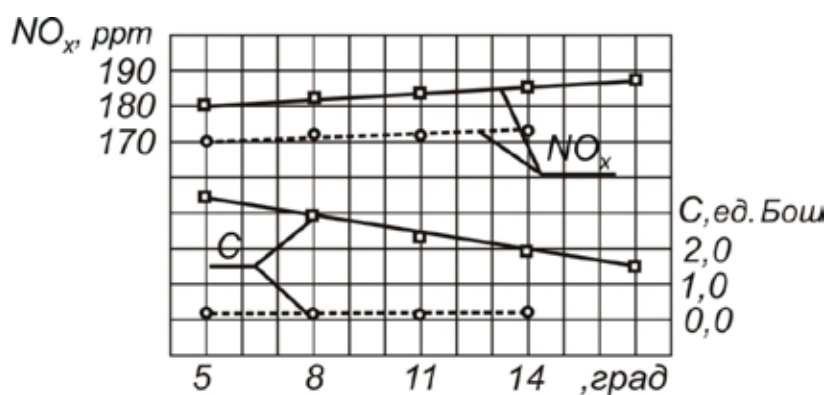


Рис. 1. Содержание в ОГ дизеля с турбонаддувом 4ЧН 11,0/12,5 оксидов азота NO_x и сажи С в зависимости от установочного УОВТ при $n = 2400$ мин⁻¹ и $p_e = 0,84$ МПа: — — — — дизель; — — — — газодизель

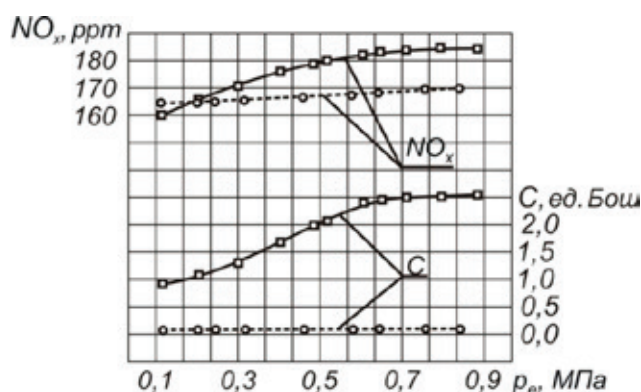


Рис. 2. Содержание в ОГ дизеля с турбонаддувом 4ЧН 11,0/12,5 оксидов азота NO_x и сажи С в зависимости от изменения нагрузки при $Q_{впр} = 11о$ п.к.в. и $n = 2400$ мин⁻¹: — — — — дизель; — — — — газодизель

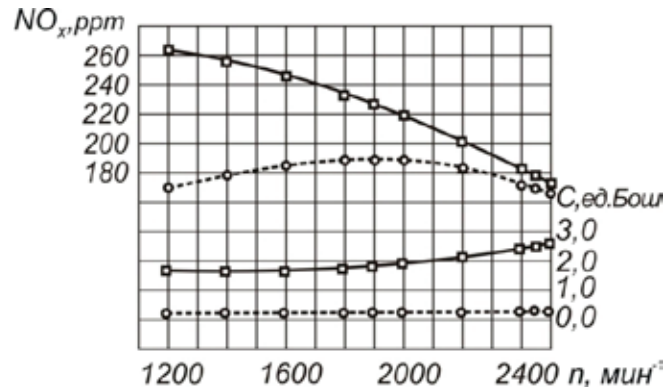


Рис. 3. Содержание в ОГ дизеля с турбонаддувом 4ЧН 11,0/12,5 оксидов азота NO_x и сажи C в зависимости от частоты вращения при $Q_{впр} = 11^\circ \text{ п.к.в.}$: — — — — — дизель; — — — — — газодизель

Из полученных результатов можно сделать вывод, что использование КПГ в качестве моторного топлива позволяет снизить содержание в ОГ оксидов азота NO_x на номинальном режиме на 8% по сравнению с дизельной модификацией. Наиболее существенно при переходе на газодизельный процесс снижается сажесодержание в ОГ — на 96%.

Снижение содержания в ОГ газодизеля наиболее опасных для здоровья людей и животных компонентов (оксидов азота NO_x и сажи C) позволяет сделать вывод о снижении суммарной токсичности ОГ и улучшении экологических показателей газодизеля с турбонаддувом 4ЧН 11,0/12,5 по сравнению с дизельной модификацией.

Литература:

1. Улучшение экологических показателей дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Лиханов В. А., Россохин А. В., Олейник М. А., Рудаков Л. В. / Тракторы и сельхозмашины. 2006. № 9. с. 8–10.
2. Улучшение эффективных показателей дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Лиханов В. А., Лопарев А. А., Рудаков Л. В., Россохин А. В. / Тракторы и сельхозмашины. 2006. № 12. с. 15–19.
3. В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. Образование и нейтрализация оксидов азота в цилиндре газодизеля // монография, Киров, 2004.
4. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). с. 70–73.
5. Исследование рабочего процесса дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на метанола-топливной эмульсии // Лиханов В. А. монография / В. А. Лиханов, С. А. Романов; под общ. Ред. В. А. Лиханова; м-во сельского хоз-ва российской федерации, ФГОУ ВПО «Вятская гос. с. — х. акад.». Киров, 2010.
6. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. с. 7–9.
7. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. с. 11–13.
8. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. с. 6–7.
9. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения компримированного природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсий // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. с. 3–6.
10. Исследование рабочего процесса и улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на метанола-топливной эмульсии // Лиханов В. А. монография / В. А. Лиханов, С. А. Романов, А. Е. Торопов; м-во сельского хозяйства российской федерации, ФГОУ ВПО «Вятская гос. с. — х. акад.». под общ. Ред. В. А. Лиханова. Киров, 2011.
11. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. с. 6–7.
12. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путём применения метанола с использованием двойной системы топливopодачи // Лиханов В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. / Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.

13. Улучшение экологических показателей дизеля 4С 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 4 (40). с. 21–25.
14. Улучшение эксплуатационных показателей тракторного дизеля Д-240 путем применения этанола-топливной эмульсии // Лиханов В. А., Лопатин О. П. / Научно-практический журнал пермский аграрный вестник. 2013. № 1 (1). с. 29–32.
15. Лиханов, В. А., Россохин А. В. Особенности теплообмена излучением в цилиндре дизелей при работе на газомоторном топливе // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 10–1. с. 14–17.

Разработка программы по применению оборудования для испытаний газодизелей

Лопатин Олег Петрович, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе представлена программа по применению оборудования для стендовых исследований дизелей размерностей 4С 11,0/12,5 и 4СН 11,0/12,5 при работе на компримированном природном газе с рециркуляцией отработавших газов.

Ключевые слова: дизель, газодизель, природный газ, рециркуляция отработавших газов, стендовые исследования.

Целью перевода дизелей для работы на компримированном природном газе (КПГ) и применения рециркуляции отработавших газов (РОГ) в Вятской государственной сельскохозяйственной академии на базе кафедры тепловых двигателей, автомобилей и тракторов под научным руководством профессора Виталия Анатольевича Лиханова [1–8] был осуществлен подбор и монтаж оборудования для проведения стендовых исследований [9–12].

В качестве загрузочного устройства при испытаниях дизеля применялся электротормозной стенд САК-N670 с балансирной маятниковой машиной (рис. 1).

Установка оборудовалась необходимым измерительным оборудованием и приборами. Частота вращения коленчатого вала дизеля измерялась с помощью электронного цифрового тахометра ТЦ-1. Расход основного топлива определялся с помощью электронного расходо-

мера АИР-50. Время опыта измерялось с помощью электронного секундомера. Расход газа определялся объемным способом с помощью газового расходомера ГФК-6 с модернизированной системой отсчета на базе счетчика МЭС-66. Расход воздуха, потребляемого дизелем, определялся с помощью газового счетчика РГ-400, установленного перед впускным ресивером и счетчиком импульсов МЭС-66. Для индицирования процесса сгорания в цилиндре дизеля применялся электропневматический индикатор МАИ-5А (рис. 1) [13–17].

Двухступенчатый газовый редуктор для снижения давления газа монтировался непосредственно рядом со счетчиком для измерения расхода газа. Здесь же располагался фильтр с электромагнитным клапаном для обеспечения безаварийной работы и управляемый с пульта управления. Давление рециркулируемых и ОГ, разрежение во впускном трубопроводе до и после смесителя-дозатора



Рис. 1. Общий вид тормозного стенда САК-N670 и применяемого оборудования

измерялось с помощью U-образных жидкостных манометров. Влажность и барометрическое давление окружающего воздуха измерялись психрометром и барометром-анероидом. Температура окружающего воздуха и температура топлива измерялись ртутными термометрами. Температура рециркулируемых и ОГ дизеля измерялась с помощью хромель-алюмелевых термопар. В качестве вторичного прибора применялся логомер М-64 для ОГ и электронный цифровой вольтметр Ф-4202 для рециркулируемых газов [18–24].

Для проведения стендовых испытаний на природном газе бала использована передвижная заправочная станция на базе тракторного прицепа 2ПТС-4 (рис.2).

Отбор проб отработавших газов производился газозаборниками системы АСГА-Т (рис. 2), установленными на выпускном трубопроводе двигателя. Дымность отработавших газов измерялась с помощью дымомера «BOSCH — EFAW — 68А». Регулировка и проверка топливного насоса осуществлялась на бестормозном стенде для испытаний топливной аппаратуры КИ-22205. Регулировка и проверка форсунок проводилась на стенде для проверки форсунок КИ-3333 [25–30].

В результате подбора оборудования были проведены стендовые исследования для перевода дизелей 4Ч 11,0/12,5 для работы на КПП с РОГ и 4ЧН11,0/12,5 для работы на КПП.



Рис. 2. Общий вид передвижной заправочной станции для КПП и системы газового анализа АСГА-Т

Литература:

1. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 184 с.
2. Анфилатов, А. А., Лиханов В. А., Лопатин О. П. Исследование процессов образования и разложения оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 путем применения метанола с двойной системой топливоподачи: Монография. — Киров, 2008. — 156 с.
3. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Изменение образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 4. с. 3–5.
4. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путём применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.
5. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
6. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Глухов А. А., Анфилатов А. А. Улучшение экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 3. с. 4–5.
7. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Глухов А. А., Анфилатов А. А. Улучшение эффективных и экологических показателей дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 4. с. 10–13.
8. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154.
9. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142.

10. Анфилатов, А. А. Теоретические расчеты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле для номинальной частоты вращения // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 142–145.
11. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Исследование применения метанола в дизеле на оптимальных установочных углах // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 42–44.
12. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля с воздушным охлаждением // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 45–47.
13. Анфилатов, А. А. Исследование токсичности на скоростном режиме дизеля при работе на метаноле // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 47–50.
14. Анфилатов, А. А. Исследование дымности в отработавших газах дизеля при работе на метаноле // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 50–53.
15. Скрябин, М. Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
16. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
17. Скрябин, М. Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 101–104.
18. Лопатин, С. О., Скрябин М. Л. Влияние применения метанола-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 96–98.
19. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.
20. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
21. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Киров, 2009. — 202 с.
22. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
23. Скрябин, М. Л. Разработка программы стендовых исследований газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 53–55.
24. Скрябин, М. Л. Особенности горения капли дизельного топлива в турбулентном потоке метано-воздушной смеси в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 56–59.
25. Скрябин, М. Л. Исследование мощностных и экономических показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 59–62.
26. Скрябин, М. Л. Влияние угла опережения впрыскивания топлива на экологические показатели газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 62–65.
27. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Санкт-Петербург, 1999.
28. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Киров, 1999.
29. Лиханов, В. А., Попов В. М. Работа дизеля на метаноле с двойной системой топливоподачи // Двигателестроение. 1986. № 8. с. 47.
30. Лиханов, В. А., Полевщиков А. С. Определение оптимальных углов опережения впрыскивания топлив при работе дизеля на этаноле // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 5 (41). с. 62–64.

Влияние применения рециркуляции на эффективные показатели дизеля

Лопатин Олег Петрович, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе представлены результаты экспериментальных исследований влияния степени рециркуляции на мощностные и эффективные показатели работы дизеля размерности 4Ч 11,0/12,5.

Ключевые слова: дизель, отработавшие газы, рециркуляция, эффективные показатели.

Эффективные показатели дизеля на установочных углах опережения впрыскивания топлива 23 и 26 градусов и частоте вращения 2200 мин⁻¹ (номинальный

режим) в зависимости от изменения степени рециркуляции отработавших газов (РОГ) представлены на рис. 1 [1–7].

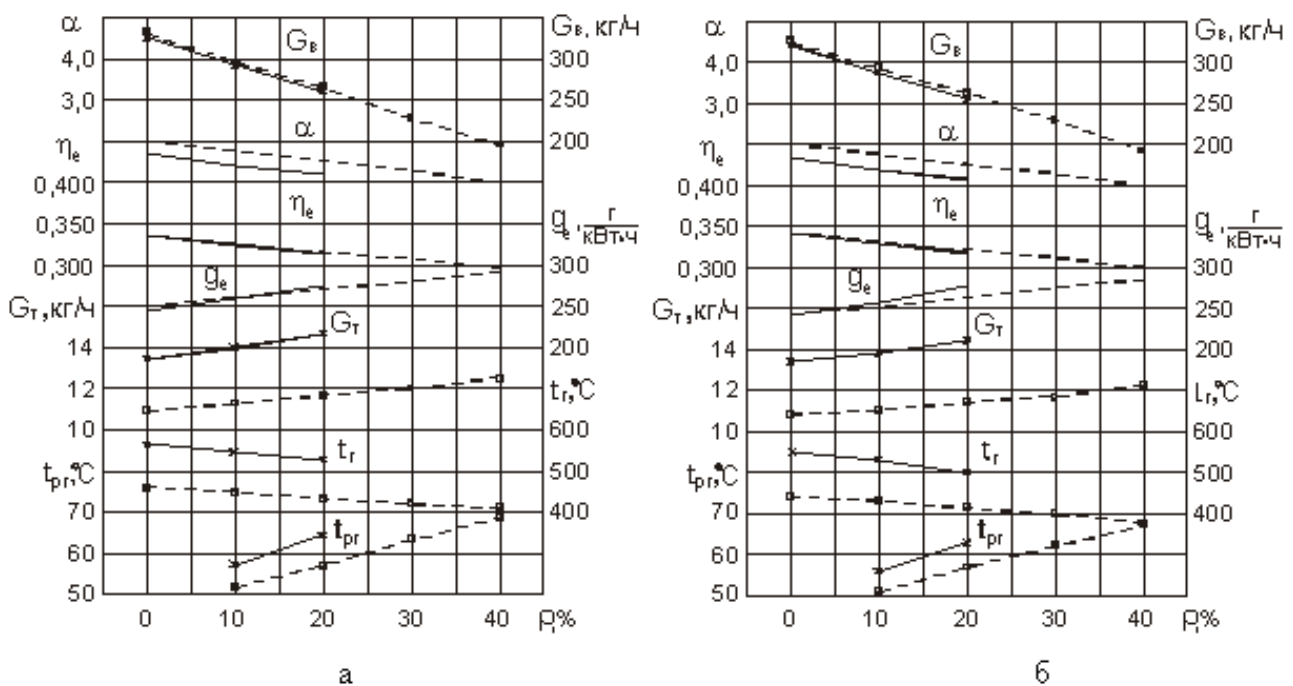


Рис. 1. Эффективные показатели дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения степени РОГ при $n = 2200$ мин⁻¹: а — $\Theta_{впр} = 23$ градуса; б — $\Theta_{впр} = 26$ градусов; \times — $p_e = 0,63$ МПа; \square — $p_e = 0,51$ МПа

Из графиков видно, что увеличение степени РОГ приводит к снижению часового расхода воздуха, коэффициента избытка воздуха, эффективного к.п.д., температуры ОГ и увеличению удельного эффективного расхода топлива, часового расхода топлива, температуры рециркулируемых газов. Так, при работе с 40%-ной РОГ при $\Theta_{впр} = 23$ градуса и $p_e = 0,51$ МПа происходит снижение часового расхода воздуха на 40,9%, коэффициента избытка воздуха на 50,0%, эффективного к.п.д. на 11,9%, температуры ОГ на 50С, увеличение удельного эффективного расхода топлива на 13,8%, часового расхода топлива на 12,8%, температуры рециркулируемых газов на 17оС [8–15].

Эффективные показатели дизеля на установочных углах опережения впрыскивания топлива 23 и 26 градусов и частоте вращения 1700 мин⁻¹ (режим максимального

крутящего момента) в зависимости от изменения степени РОГ представлены на рис. 2 [16–24].

Из графиков видно, что характер изменения кривых при $n = 1700$ мин⁻¹ аналогичен характеру изменения при частоте вращения 2200 мин⁻¹. С увеличением степени рециркуляции происходит снижение часового расхода воздуха, коэффициента избытка воздуха, эффективного к.п.д., температуры ОГ, увеличение удельного эффективного расхода топлива, часового расхода топлива, температуры рециркулируемых газов [25–28].

Проведенные экспериментальные исследования убедительно доказывают возможность улучшения экологических показателей дизелей путем применения РОГ. При этом обнаружено постоянство эффективных, токсических показателей, характеристик процесса сгорания и тепловыделения дизелей [29, 30].

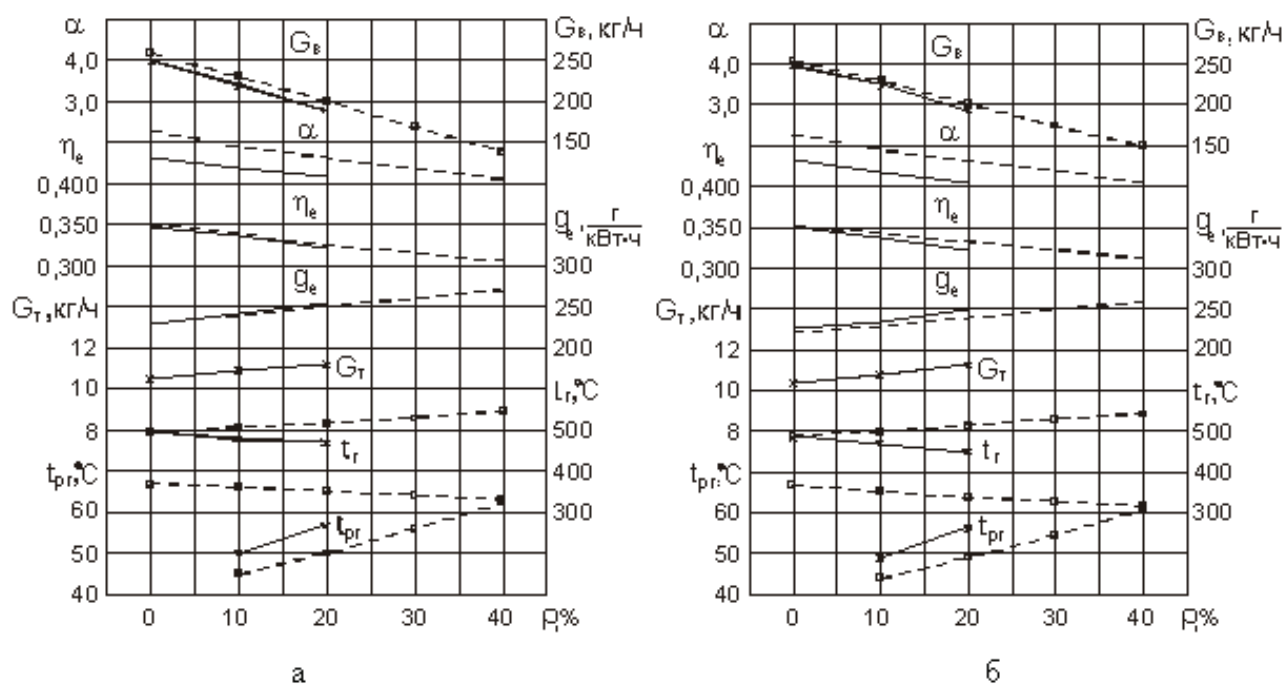


Рис. 2. Эффективные показатели дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения степени РОГ при $n = 1700$ мин-1: а — $\Theta_{впр} = 23$ градуса; б — $\Theta_{впр} = 26$ градусов; \times — $p_e = 0,69$ МПа; \square — $p_e = 0,51$ МПа

Литература:

1. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 184 с.
2. Анфилатов, А. А., Лиханов В. А., Лопатин О. П. Исследование процессов образования и разложения оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 путем применения метанола с двойной системой топливоподачи: Монография. — Киров, 2008. — 156 с.
3. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Изменение образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 4. с. 3–5.
4. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путём применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.
5. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
6. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Глухов А. А., Анфилатов А. А. Улучшение экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 3. с. 4–5.
7. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Глухов А. А., Анфилатов А. А. Улучшение эффективных и экологических показателей дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 4. с. 10–13.
8. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154.
9. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142.
10. Анфилатов, А. А. Теоретические расчеты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле для номинальной частоты вращения // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 142–145.
11. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Исследование применения метанола в дизеле на оптимальных установочных углах // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 42–44.
12. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля с воздушным охлаждением // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 45–47.

13. Анфилатов, А. А. Исследование токсичности на скоростном режиме дизеля при работе на метаноле // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 47–50.
14. Анфилатов, А. А. Исследование дымности в отработавших газах дизеля при работе на метаноле // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 50–53.
15. Скрябин, М. Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
16. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
17. Скрябин, М. Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 101–104.
18. Лопатин, С. О., Скрябин М. Л. Влияние применения метаноле-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 96–98.
19. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.
20. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
21. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Киров, 2009. — 202 с.
22. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
23. Скрябин, М. Л. Разработка программы стендовых исследований газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 53–55.
24. Скрябин, М. Л. Особенности горения капли дизельного топлива в турбулентном потоке метано-воздушной смеси в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 56–59.
25. Скрябин, М. Л. Исследование мощностных и экономических показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 59–62.
26. Скрябин, М. Л. Влияние угла опережения впрыскивания топлива на экологические показатели газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 62–65.
27. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Санкт-Петербург, 1999.
28. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Киров, 1999.
29. Лиханов, В. А., Попов В. М. Работа дизеля на метаноле с двойной системой топливоподачи // Двигателестроение. 1986. № 8. с. 47.
30. Лиханов, В. А., Полевщиков А. С. Особенности развития топливных факелов в цилиндре дизеля при работе дизеля на этаноле // Транспорт на альтернативном топливе. 2013. № 1 (31). с. 62–65.

Исследование экологических показателей дизеля в зависимости от степени рециркуляции

Лопатин Олег Петрович, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе представлены результаты экспериментальных исследований влияния степени рециркуляции на показатели токсичности и дымности отработавших газов дизеля размерности 4Ч 11,0/12,5.

Ключевые слова: дизель, отработавшие газы, рециркуляция, токсичность.

Показатели токсичности и дымности ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 на установочных углах опережения впрыскивания топлива 23 и 26 градусов и частоте вращения 2200 мин⁻¹ в зависимости от изменения степени РОГ представлены на рис. 1 [1–7].

Из графиков видно, что с увеличением степени РОГ происходит снижение содержания в ОГ оксидов азота, увеличение оксида, диоксида углерода и дымности ОГ, снижение суммарных углеводородов при работе с 10%-ной РОГ и увеличение при работе с 20%-ной рециркуляцией. Так, применение 40%-ной степени РОГ при $\Theta_{впр} = 23$ градуса и $p_e = 0,51$ МПа приводит к снижению содержания оксидов азота в ОГ на 86,4%, увеличению суммарных углеводородов на 9,0%, оксида углерода на 70%, диоксида углерода на 30,9% и дымности ОГ на 50,0% [8–15].

Показатели токсичности и дымности ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 на установочных углах опережения впрыски-

вания топлива 23 и 26 градусов и частоте вращения 1700 мин⁻¹ в зависимости от изменения степени РОГ представлены на рис. 2 [16–20].

Из графиков видно, что общие закономерности изменения кривых содержания токсичных компонентов в ОГ, рассмотренные для частоты вращения 2200 мин⁻¹, характерны и для этого режима. С увеличением степени рециркуляции происходит снижение содержания в ОГ оксидов азота, снижение суммарных углеводородов при степени рециркуляции 10% и увеличение содержания других токсичных компонентов [21–25].

Подводя итоги по влиянию степени РОГ на показатели токсичности и дымности ОГ, можно отметить, что применение рециркуляции позволяет не только снизить содержания основных токсичных компонентов, но и уменьшить весь спектр токсичных компонентов за счет уменьшения объема ОГ [26–30].

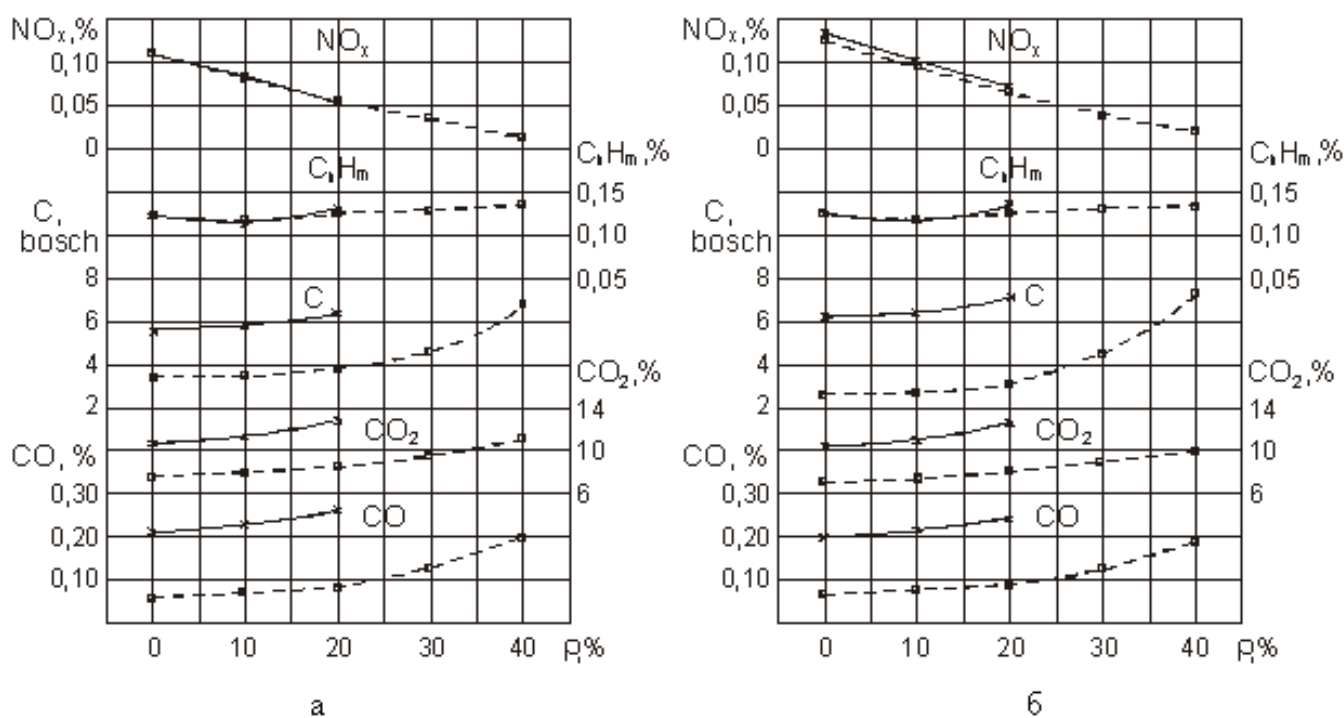


Рис. 1. Показатели токсичности и дымности ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения степени РОГ при $n = 2200$ мин⁻¹: а — $\Theta_{впр} = 23$ градуса; б — $\Theta_{впр} = 26$ градусов; \times — $p_e = 0,63$ МПа; \square — $p_e = 0,51$ МПа

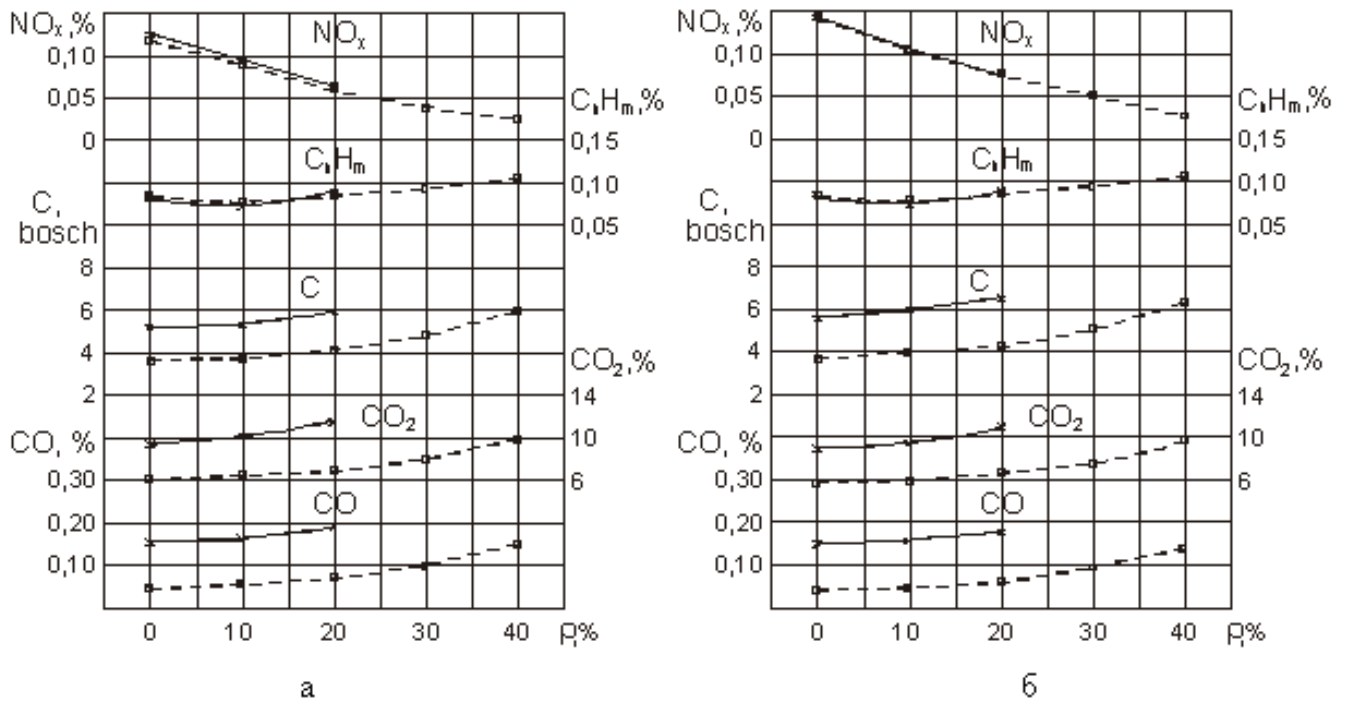


Рис. 2. Показатели токсичности и дымности ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения степени РОГ при $n = 1700$ мин-1: а — $\Theta_{внр} = 23$ градуса; б — $\Theta_{внр} = 26$ градусов; \times — $p_e = 0,69$ МПа; \square — $p_e = 0,51$ МПа

Литература:

1. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 184 с.
2. Анфилатов, А. А., Лиханов В. А., Лопатин О. П. Исследование процессов образования и разложения оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 путем применения метанола с двойной системой топливоподачи: Монография. — Киров, 2008. — 156 с.
3. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Изменение образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 4. с. 3–5.
4. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путём применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. с. 5–8.
5. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
6. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Глухов А. А., Анфилатов А. А. Улучшение экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 3. с. 4–5.
7. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Глухов А. А., Анфилатов А. А. Улучшение эффективных и экологических показателей дизеля при работе на метаноле // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 4. с. 10–13.
8. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154.
9. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142.
10. Анфилатов, А. А. Теоретические расчеты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле для номинальной частоты вращения // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 142–145.
11. Лиханов, В. А., Анфилатов А. А. Исследование применения метанола в дизеле на оптимальных установочных углах // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 42–44.
12. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля с воздушным охлаждением // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 45–47.

13. Анфилатов, А. А. Исследование токсичности на скоростном режиме дизеля при работе на метаноле // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 47–50.
14. Анфилатов, А. А. Исследование дымности в отработавших газах дизеля при работе на метаноле // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 50–53.
15. Скрябин, М. Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
16. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
17. Скрябин, М. Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 101–104.
18. Лопатин, С. О., Скрябин М. Л. Влияние применения метаноле-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. с. 96–98.
19. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.
20. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
21. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Киров, 2009. — 202 с.
22. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
23. Скрябин, М. Л. Разработка программы стендовых исследований газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 53–55.
24. Скрябин, М. Л. Особенности горения капли дизельного топлива в турбулентном потоке метано-воздушной смеси в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 56–59.
25. Скрябин, М. Л. Исследование мощностных и экономических показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 59–62.
26. Скрябин, М. Л. Влияние угла опережения впрыскивания топлива на экологические показатели газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 4 (17). с. 62–65.
27. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Санкт-Петербург, 1999.
28. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения альтернативных топлив. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Киров, 1999.
29. Лиханов, В. А., Попов В. М. Работа дизеля на метаноле с двойной системой топливоподачи // Двигателестроение. 1986. № 8. с. 47.
30. Лиханов, В. А., Полевщиков А. С. Особенности развития топливных факелов в цилиндре дизеля при работе дизеля на этаноле // Транспорт на альтернативном топливе. 2013. № 1 (31). с. 62–65.

Молодой ученый

Научный журнал
Выходит два раза в месяц

№ 12 (92) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Г. Д.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.
Фозилов С. Ф.
Яхина А. С.
Ячинова С. Н.

Ответственные редакторы:

Кайнова Г. А., Осянина Е. И.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.
За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

E-mail: info@moluch.ru

http://www.moluch.ru/

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 26