

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

# УЧЁНЫЙ

научный журнал

*Man, being the servant and interpreter of Nature, can do and understand so much and so much only as he has observed in fact or in thought of the works of nature. Beyond this he neither knows anything nor can do anything.*



*As the sciences which we now have do not help us in finding out new notions, Logic which we now have helps us in finding out new notions.*

*The understanding left to itself, in a sober, patient, and grave mind, especially if it be not hindered by received doctrines, tries a little that other way, which is the right one, but with little success, since the understanding, unless directed, and assisted, is a thing unequal, and quite unequal to the obscurity of things.*

*Baron of Bacon*

*Toward the effecting of works, all that man can do is to put together or put asunder natural bodies. The rest is done by nature working within.*

11  
2015  
Часть III

ISSN 2072-0297

# Молодой учёный

Научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 11 (91) / 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

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

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

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

*На обложке изображен Фрэнсис Бэкон (1561–1626) — английский философ, историк, политик, основоположник эмпиризма.*

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»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4

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)

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)

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 Бекмуратович, 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)

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)

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Белоусов С. В.**  
Конструкция плоскорежущего рабочего органа для основной обработки почвы..... 269
- Борисов Г. А., Колодяжная И. Н., Ичанкин Ю. В., Чернышев А. Д.**  
Подогреватель дизельного топлива ..... 272
- Буданцев В. В., Шашков И. В.**  
Современное состояние в области литейного оборудования для переработки полимеров ... 274
- Гарькин И. Н., Еркин Д. В., Артюхина О. В.**  
Обследование конструкций железнодорожных кранов, используемых в строительстве ..... 276
- Гарькин И. Н., Еркин Д. В., Наумов В. А.**  
Обследование конструкций башенного крана ..... 279
- Гилязов М. Н.**  
Влияние качества обслуживания на коммутацию IP-пакетов ..... 282
- Головяшкин А. Н., Беспалов Е. С.**  
Разработка гибкого термоэлектрического модуля на основе кремнезёмной стеклоткани и теллурида висмута ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ) с высоким КПД..... 285
- Гончарова М. А., Дмитриенко Н. А.**  
Reference base of Russia: problems and strategy of development ..... 289
- Горностаев А. А., Куимова М. В.**  
Challenges of Moon missions..... 293
- Григорьев М. Г., Бабич Л. Н.**  
Исследование и разработка устройства для измерения больших сопротивлений ..... 294
- Гундяева Ю. А., Висков Е. Е., Макеев П. В.**  
Современное состояние в области вертикального упаковочного оборудования..... 299
- Гундяева Ю. А., Висков Е. Е., Шашков И. В.**  
Современное состояние в области выдувного оборудования для переработки полимеров ... 302
- Дедух Я. С.**  
Технология захвата синхронизации для UWB сетей ..... 305
- Джабборов Н. И., Федькин Д. С.**  
Террадинамика почвообрабатывающих машин ..... 311
- Дружинин К. П., Куимова М. В.**  
Challenges of Venus colonization..... 315
- Емельянов Е. А., Захаров А. А.**  
Контроль структуры магнитного поля МПФС ЛБВ методом дискретного преобразования Фурье ..... 317
- Жуков А. В., Самошина Е. Н., Самошин А. П., Шитова И. Ю.**  
Адсорбция пенообразователей, пластификаторов, стабилизаторов на поверхности твёрдых адсорбентов при изготовлении материалов ячеистой структуры ..... 320
- Жураев Т. М., Комилов С., Козокова М.**  
Разработка вычислительного алгоритма решения гидродинамических задач управления процессами ПВ в неоднородных средах при условии использования этажной системы разработки ..... 324
- Загребельный С. О., Афанасьева Я. Н., Осина Т. М., Прохоров В. Т., Дмитриенко Н. А.**  
Information technology in the service of the Eurasian space..... 328
- Золотова М. С.**  
Создание архитектурно-ландшафтной среды и благоустройство водоохранной прибрежной полосы ..... 331

<b>Имомов Ш. Б., Кузиев О. А., Абдигаффоров А. А., Алимардонов Х. А., Мирзаёрова М. У.</b> Heat mode solar heating systems based on flat reflectors, sets on the north side of the building .....	335	<b>Кузнецова Н. А., Шашков И. В.</b> Современное состояние в области вакуум- формовочного оборудования для переработки полимеров .....	362
<b>Карабань В. Г., Шипицына А. А.</b> Оценка весомости показателей качества бензина премиум «Евро-95», вид II.....	336	<b>Ларина Л. В., Дмитриенко Н. А., Смирнова Е. И.</b> Classifications of electric drives of the modern sewing machines.....	366
<b>Карпов А. В., Мутин А. В.</b> Модернизация производственного участка вагоноремонтного цеха.....	339	<b>Литвин Н. О.</b> Автоматизированная информационно- справочная система по курсу моделирования.....	368
<b>Ким В. Д., Холмирзаев Н. С., Умиров Х. Б.</b> Солнечное горячее водоснабжение в условиях г. Карши .....	343	<b>Лопатин О. П.</b> Моделирование процесса образования оксидов азота в цилиндре газодизеля .....	370
<b>Киселева М. С., Куимова М. В.</b> Some hardships of first settlers on Mars.....	347	<b>Лопатин О. П.</b> Разработка программы стендовых исследований газодизеля при работе с рециркуляцией отработавших газов.....	372
<b>Комраков Д. В.</b> Потенциальные характеристики точности синтезированных алгоритмов обработки информации в горизонтальном канале навигационных комплексах наземных подвижных объектов .....	349	<b>Лопатин О. П.</b> Влияние степени рециркуляции на эффективные показатели газодизеля .....	375
<b>Коровкин М. О., Ерошкина Н. А., Трусов Д. Е.</b> Совершенствование методики оценки эффективности суперпластификаторов.....	357	<b>Лопатин О. П.</b> Экологические показатели газодизеля в зависимости от степени рециркуляции .....	377
<b>Кузнецова Н. А., Коновалова А. Ю., Макеев П. В.</b> Современное состояние в области оборудования для контроля качества упаковки .....	359	<b>Лопатин О. П.</b> Исследование скоростного режима газодизеля при работе с рециркуляцией.....	379



## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Конструкция плоскорезущего рабочего органа для основной обработки почвы

Белоусов Сергей Витальевич, старший преподаватель, магистр  
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

*В данной статье рассмотрена конструкция плоскорезущего рабочего органа, позволяющая снизить энергоёмкость основной обработки почвы с оборотом пласта.*

**Ключевые слова:** ширина захвата, качество обработки, рабочий орган, энергосбережение, рабочая поверхность.

Основная обработка почвы, всегда имела ключевое значение в общей системе полеводства в выращивании сельскохозяйственных культур. Не перестает возрастать процент новых конструкций, которые направлены на всестороннее снижение энергоёмкости данного технологического процесса.

Нами проанализирован ряд научных работ авторов конструкций, которые позволяют снизить тяговое сопротивление и повысить количественные и качественные показатели обработки почвы с оборотом пласта.

В Кубанском государственном аграрном университете на кафедре «Процессы и машины в агробизнесе» ведутся исследования в области основной обработки почвы. Ряд работ направлены на совершенствование данного процесса, а именно разработка комплекта дополнительных рабочих органов для их установки на существующую конструкцию лемешного плуга, что приводит к совершенствованию процесса основной обработки почвы с оборотом пласта для улучшения количественных и качественных показателей данной технологической операции.

Все процессы работы сельскохозяйственных машин основываются на принципах построения математических моделей, их теоретической проверки, проверки на лабораторных стендах и на проведение полномасштабных полевых опытов [1], [2], [3], [4], [5], [6] [7], [8], [9], [10], [11], [12].

Известен патент SU 1674704 А «ПЛУГ» Плуг содержит раму, на которой в заданной технологической последовательности расположены плужные корпуса. Каждый плужный корпус имеет смонтированный на вертикальной оси ротационный рабочий орган в виде зубчатого диска. Каждый зубчатый диск посредством продольного поводка и горизонтальной оси соединен с кронштейном, закрепленным на раме или плужном корпусе [1], [2], [3], [4], [5], [6].

Кронштейн имеет элемент регулирования. Каждый поводок дополнительно связан с рамой гибкой связью. Горизонтальная ось расположена в плоскости диска. Ось вращения диска расположена перед лемешно-отвальной поверхностью плужного корпуса и со стороны его бороздного обреза. Недостатком такой конструкции является то, что диск связан со стойкой корпуса плуга гибкой связью и в результате врезания в стенку борозды уплотненную полевой доской предыдущего корпуса плуга диск на прорежет почву и не выполняет поставленные перед ним задачи.

Также известен патент SU 1664128 А1 «Корпус плуга» Взятый авторами за прототип. Корпус плуга, содержащий стойку с лемешноотвальной поверхностью и расположенный за ней дополнительный нож, лезвие которого установлено к направлению движения под противоположным углом относительно лезвия лемешноотвальной поверхности и под острым к стойке, отличающийся тем, что, с целью снижения энергоёмкости, угол резания дополнительного ножа на его конце меньше аналогичного угла у его основания, соединенного со стойкой, на 5–15°, при этом величина острого угла между дополнительным ножом и стойкой составляет 60–80°. Корпус плуга, отличающийся тем, что величина угла между лезвием дополнительного ножа и направлением движения равна 30–60° [6], [7], [8], [9], [10], [11].

Известно, что степень крошения почвы практически всеми рабочими органами повышается с уменьшением глубины ее обработки. Поэтому в комбинированных агрегатах, на которых применяется два и более рабочих органа, установленных по одному и тому же следу, как правило, применяется ярусная обработка почвы (Н.К. Мазитов. Машины почво-водоохранного земледелия. М., Россельхозиздат, 1987, с. 21; К.А. Сохт. Прогнозирование оптимальных параметров машинно-тракторных агрегатов — Механизация и электрификация сельского хозяйства,

№ 9, 1980, с. 31...33. Обработка почвы под озимые культуры агрегатом АКП-5, рекомендации Краснодар 1987 г. и др.). Этот принцип и применен в конструкции предлагаемого корпуса плуга.

Известно также, что у плугов полевая доска прижимается к стенке борозды с усилием, равным поперечной составляющей сопротивления почвы. Пропорционально этому усилию и появляется сопротивление трению скольжения. Установка же дополнительной плоскорежущей бритвы, как зеркальное отображение лемеха плуга, вызывает поперечное сопротивление по знаку противоположное поперечной составляющей сопротивления почвы лемеху и отвалу плуга. Это приводит к уменьшению результирующей поперечных направлению движению сил, а равно и к уменьшению сил сопротивления трению полевой доски о почву стенки борозды.

Нами предлагается установить плоскорежущую бритву с пассивно вращающимися дисками на неё закрепленные на индивидуальных осях, с веру и с низу, со стороны полевого обреза путем закрепления ее за стойкой основного корпуса плуга с возможностью плавной регулировки

по глубине обработки в зависимости от почвенных условий.

Корпус лемешного плуга (рис. 1) содержит стойку корпуса плуга 1, отвал 2, лемех 3, полевую доску, плоскорежущую бритву 5, закрепленные на ней стойку плоскорежущей бритвы 6 с пассивно вращающимися дисками, хомут крепления «П» — образной формы 7, отверстия для закрепления хомута. Суть полезной модели состоит в том, что плоскорежущий рабочий орган 5 закреплен непосредственно за основной стойкой корпуса плуга 1 хомутом «П» — образной формы, который крепится в отверстия к основной стойке корпуса плуга. Особенностью изобретения является то, что на плоскорежущей бритве в два ряда закреплены на индивидуально осях пассивно вращающиеся диски и плоскорежущий рабочий орган закреплен сразу непосредственно на основной стойке корпуса плуга и то, что хомут «П» — образной формы крепится на, те же отверстия, что и основная стойка корпуса плуга с использованием болтов того же диаметра но длиннее на толщину самого корпуса хомута «П» — образной формы, что обеспечивает плавность регулировки в пределах заданной.

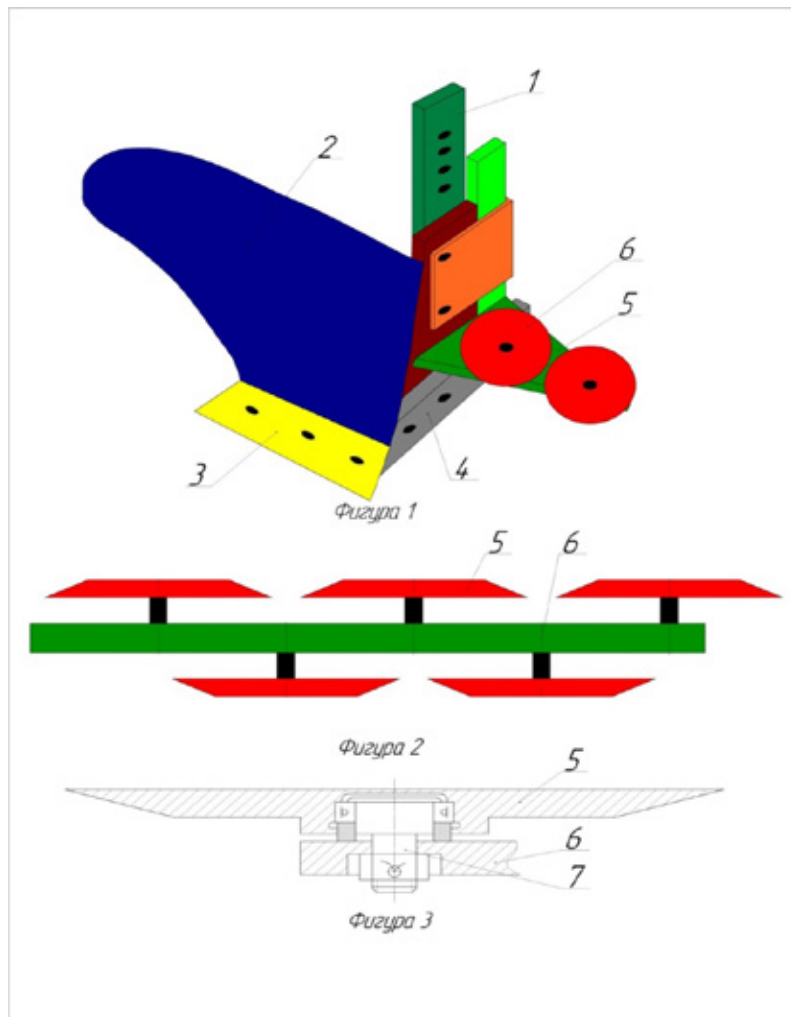


Рис. 1. Схема предлагаемой конструкции плоскорежущего рабочего органа лемешного плуга: 1 — стойка корпуса плуга, 2 — отвал, 3 — лемех, 4 — полевая доска, 5 — плоскорежущая бритва, 6 — диск, 7 — ось крепления диска



В результате предложенная конструкция позволит повысить качественные показатели технологической операции основной обработки почвы, и снизить тяговое сопротивление пахотного агрегата при выполнении данной технологической операции.

Литература:

1. Дисковые бороны и лушительники в системе основной и предпосевной обработки почвы. Проблемы и пути их решения/Е. И. Трубилин, К. А. Сохт, В. И. Коновалов, С. В. Белоусов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2013. — № 04 (088). с. 662–671. — IDA [article ID]: 0881304045. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/45.pdf>, 0,625 у. п. л.
2. Трубилин, Е. И. Экономическая эффективность отвальной обработки почвы разработанным комбинированным лемешным плугом/Е. И. Трубилин, С. В. Белоусов, А. И. Лепшина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 09 (103). с. 654–672. — IDA [article ID]: 1031409040. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/40.pdf>, 1,188 у. п. л.
3. Трубилин, Е. И. Результаты экспериментальных исследований определение степени тягового сопротивления лемешного плуга при обработке тяжелых почв/Е. И. Трубилин, С. В. Белоусов, А. И. Лепшина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 09 (103). с. 673–686. — IDA [article ID]: 1031409041. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/41.pdf>, 0,875 у. п. л.
4. Белоусов, С. В. Расчет основных параметров разбрасывателя сыпучих материалов/С. В. Белоусов, А. И. Лепшина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 10 (104). с. 1884–1900. — IDA [article ID]: 1041410131. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/131.pdf>, 1,062 у. п. л.
5. Трубилин, Е. И. Основная обработка почвы с оборотом пласта в современных условиях работы и устройства для ее осуществления/Е. И. Трубилин, С. В. Белоусов, А. И. Лепшина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 10 (104). с. 1863–1883. — IDA [article ID]: 1041410130. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/130.pdf>, 1,312 у. п. л.
6. Белоусов, С. В. Внесение сыпучих материалов при помощи центробежных разбрасывателей. Существующие проблемы и пути их решения/С. В. Белоусов, А. И. Лепшина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 10 (104). с. 1849–1862. — IDA [article ID]: 1041410129. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/129.pdf>, 0,875 у. п. л.
7. Белоусов, С. В. Патентный поиск конструкций обеспечивающих обработку почвы с оборотом пласта. Метод поиска. Предлагаемое техническое решение/С. В. Белоусов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2015. — № 04 (108). с. 409–443. — IDA [article ID]: 1081504029. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/04/pdf/29.pdf>, 2,188 у. п. л.
8. Белоусов, С. В. Конструкция комбинированного лемешного плуга и исследование его тягового сопротивления в составе тракторного агрегата [Текст]/С. В. Белоусов, А. И. Лепшина // Молодой ученый. — 2015. — № 5. — с. 217–221.
9. Белоусов, С. В. Связь науки и техники в возделывании сельскохозяйственных культур при проектировании лемешного плуга [Текст]/С. В. Белоусов, Е. И. Трубилин, А. И. Лепшина // Актуальные вопросы технических наук: материалы III междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2015 г.). — Пермь: Зебра, 2015.
10. Белоусов, С. В. Определение тягового сопротивления при обработке дополнительным плоскорезущим рабочим органом [Текст]/С. В. Белоусов, А. И. Лепшина // Молодой ученый. — 2015. — № 8. — с. 194–199.
11. Сергей Белоусов, Евгений Трубилин, Совершенствование лемешного плуга для основной обработки почвы Монография Palmarium-Publishing ISBN 978–3–659–60152–1. — Германия. — 2015 год — с. 73.
12. Белоусов, С. В. Плоскорезущие рабочие органы для обработки почвы с оборотом пласта [Текст]/С. В. Белоусов, А. И. Лепшина // Молодой ученый. — 2015. — № 10. — с. 158–161.

## Подогреватель дизельного топлива

Борисов Геннадий Александрович, доктор технических наук, профессор  
Рязанский государственный радиотехнический университет

Колодяжная Ирина Николаевна, кандидат технических наук, старший преподаватель  
Московский авиационный институт, филиал в г. Байконур (Казахстан)

Ичанкин Юрий Викторович, аспирант;  
Чернышев Алексей Дмитриевич, аспирант  
Рязанский государственный агротехнологический университет

*Предлагается вниманию полезная модель для подогрева и поддержания температуры топлива в системе питания дизельной техники. Дается описание способов применения и расширения функций.*

**Ключевые слова:** подогреватель дизельного топлива, температура топлива, электронный блок управления, поддержание температуры, повышение надежности.

Нами в 2015 г. Получен патент номер 151613 «Подогреватель дизельного топлива». Но мы постоянно работаем над новыми техническими решениями. Цель нашей работы — сделать эксплуатацию дизельных двигателей и техники, оснащенной такими двигателями максимально надежной, безопасной и экологичной.

Известны методы топливоподготовки, применяемые водителями и операторами дизельной техники в холодное время года. Это подогрев застывшего топлива при помощи паяльных ламп или факелов, а также добавление в дизельное топливо керосина. Также известен способ подразумевающий применение депрессорных присадок и «антигелей». Однако указанные методы не дают гарантии успешного пуска, к тому же небезопасны и вредны для прецизионных пар топливной аппаратуры. Дело в том, что они не учитывают наличие у дизельного топлива температур помутнения, предельной фильтруемости и застывания (таблица 1). Поэтому при холодном пуске при различных температурах окружающего воздуха топливо

не будет поступать в систему питания, либо его вязкость станет слишком мала. При этом даже если будет произведен успешный пуск, износ двигателя будет повышенным.

Наше решение может быть использовано для контроля температуры топлива в системе питания дизельного двигателя и поддержание оптимальной температуры топлива для данного типа двигателя. Суть решения изложена в формуле изобретения: «Подогреватель оснащен системой регулирования температурного режима дизельного топлива, в которой установлено реле, электронный блок управления, датчик температуры топлива в фильтре грубой очистки топлива (возможно использование датчика давления), датчик температуры топлива в топливном баке, причем по всей длине шланга топливопровода размещен электропроводящий элемент».

Пример использования. Систему питания дизельного двигателя дополняют подогревателем топлива, содержащим систему регулирования температурного режима дизельного топлива. Данная система включает в себя:

Таблица 1. Требования к дизельному топливу

	Наименование показателей	Нормы ГОСТ 305–82 (Принят в СССР)	Нормы ГОСТ Р 52368–2005 (Принят в РФ)	Нормы ТР (Принят в рамках Таможенного союза)
1	Цетановое число	Не менее 45,0	Не менее 51,0	Не менее 51
2	Кинематическая вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с (Для ГОСТ 305–82 при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с)	1,5–6,0	2,00–4,50	Не нормируется
3	Предельная температура фильтруемости, °С	Не выше -5	Не выше -5	Не выше -5
4	Температура застывания, °С, не выше, для климатической зоны: Умеренной Холодной	От -10 до -35 От -45 до -55	Не нормируется	Не нормируется
5	Температура помутнения, °С, не выше, для климатической зоны: Умеренной Холодной	От -5 до -25 От -5 до -35	Не нормируется	Не нормируется



Рис. 1. Сепаратор MANN+HUMMEL PreLine 270, установленный на грузовом автомобиле ГАЗон NEXT

Электронный блок управления (ЭБУ), датчик температуры топлива в фильтре грубой очистки топлива (ФГО), датчик температуры топлива в топливном баке.

Водитель или оператор дизельного АТС, или диспетчер предприятия отправляет с мобильного устройства сигнал о начале подготовки к запуску. Система на основе полученного сигнала инициирует опрос датчиков установленных в критических к вязкости топлива узлах системы питания. При отсутствии отклонений, система прекращает свое действие до следующего запроса. При наличии отклонений, система задействует элементы подогрева узлов топливной аппаратуры.

Когда значение температуры подойдет к установленному значению (это фиксируется датчиками температуры), полученная информация передается на блок управления и отправляется на мобильное устройство, сигнализируя о готовности топливной системы.

Для сведения: отечественный производитель ранее не уделявший внимания проблеме теплоподготовки топлива, в последние годы начал комплектовать свою продукцию подогреваемыми фильтрами. Примером являются автомобили ОАО «ГАЗ»: ГАЗель NEXT и ГАЗон NEXT. Где штатно устанавливаются подогреваемые фильтры сепараторы MANN+HUMMEL PreLine 270 (рисунок 1).

Использование нашего решения открывает немало возможностей, очень выгодных при эксплуатации АТС. Например, можно заранее запрограммировать фиксированные значения допустимого давления в фильтре в зависимости от вязкости топлива и температуры. Тогда ру-

ководствуясь текущими показателями давления топлива, будем знать остаточный ресурс фильтра. Благодаря этому можно производить смену фильтроэлемента или помывку через более длительный период, чем регламентировано.

Другой пример использования — дистанционный контроль уровня топлива в баке, с дальнейшей передачей информации на мобильное устройство. Также возможно совмещение данной системы подогрева топлива с иными системами и устройствами: автономный подогреватель, охранная система, система мониторинга местоположения и уровня топлива.

При осуществлении постоянного контроля и поддержания температуры в топливной системе дизеля, становится возможным круглогодичное использование летних сортов топлива. Кроме того отпадает надобность в применении дорогостоящих депрессорных присадок, увеличивается ресурс прецизионных узлов топливной аппаратуры, фильтров и самого двигателя, а также улучшаются условия работы обслуживающего персонала. Предлагаемая полезная модель осуществима в производственных условиях.

Инновационные, но в то же время легковнедряемые решения востребованы, прежде всего, в сфере экологии и традиционном машиностроении, в том числе и автотракторной промышленности. В условиях текущей экономической ситуации, недорогие и простые технические решения позволят сделать эксплуатацию и ремонтотпригодной отечественной автотракторной техники надежной и безопасной для природы и человека.

#### Литература:

1. Борисов, Г.А., Анализ условий эксплуатации дизельных двигателей в условиях пониженных температур [Текст]/Г.А. Борисов, И.Н. Колодяжная, Ю.В. Ичанкин // Вестник РГАТУ. — 2013. — № 1 (17). — с. 38–43.
2. Борисов, Г.А., Система электроподогрева топлива в системе питания дизельных АТС [Текст]/Г.А. Борисов, И.Н. Колодяжная, Ю.В. Ичанкин, А.Д. Чернышев // Вестник РГАТУ. — 2014. — № 3 (23). — с. 43–46.
3. Пат. 151163 Российская Федерация, МПК F02M 31/125. Подогреватель дизельного топлива/Борисов Г.А., Ичанкин Ю.В., Липин В.Д.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО РГАТУ. — № 2014110992/06; заявл. 21.03.2014; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10. — 1 ил.
4. Группа ГАЗ [электронный ресурс]. — режим доступа: <http://www.gaz.ru/>

## Современное состояние в области литьевого оборудования для переработки полимеров

Буданцев Виктор Владимирович, студент;  
Шашков Иван Владимирович, кандидат технических наук, доцент  
Тамбовский государственный технический университет

В настоящее время литьевое оборудование используется для производства большого ассортимента изделий из полимерных материалов.

*Литьевое оборудование* для реактопластов развивается значительно быстрее по росту номинального объема отливки, чем литьевое оборудование для термопластов. Это объясняется тем, что развитие литьевого оборудования для термопластов ограничивалось техническими трудностями, связанными с конструктивным оформлением инжекционного узла. Как только появились литьевые машины со шнековой пластикацией одноцилиндровой конструкции, объем отливки для термопластов значительно возрос. Создаваемые в настоящее время литьевые машины для реактопластов в большой степени унифицируются с машинами для термопластов. При создании машин для реактопластов полностью используются опыт и конструктивные решения, накопленные в машинах для термопластов. Этим объясняется быстрый темп развития литьевых машин для реактопластов. Современная литьевая машина для реактопластов создается на базе обычной машины для термопластов путем замены инжекционного цилиндра и шнека.

*Литьевое оборудование* характеризуется: типом машины, расположением литьевого канала (центральный или щелевой), максимальной дозой впрыска, давлением литья, усилием смыкания формы, максимально допустимыми габаритными размерами формы (минимальная и максимальная высота формы), применяемыми приспособлениями для раскрытия сложных форм (трехплитных, с вкладышами) и устройствами для извлечения изделий из формы; кроме того, учитывается необходимый ход подвижной части формы в зависимости от выталкивателей. [1]

Следует ряд принципиальных положений, которые определяют не только технологию процесса, но и устройство оборудования и оснастки. К ним относятся следующие:

1. Конструкция **литьевой машины (термопластавтомата)** обязательно включает: блок подготовки расплава и его подачи в форму (инжекционный узел); блок запирания (и размыкания) формы в виде прессового устройства с ползуном (узел смыкания); блок привода, обеспечивающего все виды движения подвижных устройств оборудования и оснастки; устройство управления литьевой машиной, реализующее требуемую последовательность взаимодействия блоков, а также температурные, скоростные, нагрузочные параметры, обеспечивающие оптимальный режим работы оборудования.

2. Термопластавтоматы являются сложными и недешевыми устройствами, насыщенными современными техническими решениями.

3. Применение термопластавтоматов для реализации технологии литья под давлением требует квалифицированного технико-экономического обоснования, главные элементы которого: крупнотиражность и геометрическая сложность изделия, доступность и достаточность по технологическим, физико-механическим и эксплуатационным свойствам полимерного материала, выбранного для производства.

**Современные термопластавтоматы (ТПА)** представляют собой сложные технические устройства, оснащенные разнообразными средствами автоматизированного управления параметрами технологического процесса. Нередко их называют литьевыми машинами (ЛМ) или реактопластавтоматами (РПА) в зависимости от вида основного перерабатываемого материала.

Наибольшее распространение получили горизонтальные одночервячные с совмещенной пластикацией ТПА. Они обеспечивают объемы впрыска от  $4 \text{ см}^3$  до  $70000 \text{ см}^3$  при усилии запирающей формы от 25 до  $60000 \text{ кН}$ .

К достоинствам машин описанного типа относят высокую производительность, универсальность по видам перерабатываемых материалов, удобство управления и обслуживания, а также надежность в эксплуатации. Определенный недостаток таких ТПА, впрочем, как и всех термопластавтоматов с совмещенной пластикацией, состоит в существенных потерях при осевом движении червяка от трения материала о стенки цилиндра, что затрудняет достижение высоких скоростей впрыска, также это значительное количество отходов, требующих вторичной переработки [2–5].

Ниже представлены некоторые типы современных термопластавтоматов [6].

В конструкциях литьевых машин для реактопластов, в отличие от литьевых машин для термопластов, предусмотрены такие устройства, которые исключают перегрев материала в цилиндре пресс-формы и дают возможность удалять после каждой запрессовки отвердевший материал из сопла и литника.

Реактопласты можно перерабатывать на литьевых машинах с червячной пластикацией, предназначенных для литья термопластов, при условии изменения конструкции инжекционного цилиндра, червяка и системы обогрева. [7]

*Литье резиновых смесей* практически не отличается от переработки термопластов этим методом. Единственная особенность состоит в необходимости впрыскивать смесь в горячую литьевую форму, чтобы отливка могла вулканизироваться. Специальные литьевые машины с несколь-



Рис. 1. Термопластавтомат для производства крупногабаритных пластиковых изделий SOUND (Китай)



Рис. 2. Термопластавтомат для производства глубоких пластиковых изделий SOUND (Китай)



Рис. 3. Термопластавтомат двухцветный смешивающий для производства пластиковых изделий SOUND (Китай)

кими литьевыми формами позволяют увеличить рабочие скорости (время цикла), что выгодно для изготовления предметов широкого потребления. А машины с одной формой экономически выгодны для малых серий и прежде всего для изготовления точных изделий.

При *литье низковязких резиновых смесей* и термопластов доза расплава оказывается практически монопорционной даже при почти нулевых давлениях пластикации. Если же расплав содержит в большом количестве растворенные в нем газообразные вещества, то для предотвращения выделения их в самостоятельную фазу (и вспенивания материала дозы) перед червяком поддерживают давление около 4–5 МПа.

Необходимое для *литья резиновой смеси* давление создается с помощью штока, входящего в напорную камеру, или с помощью вращающегося червяка. Следовательно, определение *литья резиновых смесей* под давлением является условным понятием для обозначения процесса выдавливания резиновой смеси под действием давления через литниковые отверстия в полость пресс-формы.

На машинах для *литья резиновых смесей* вместо бункера устанавливают бобину с намотанным жгутом из предварительно провальцованной или стрейнированной резиновой смеси. Кроме того, для повышения усилий сдвига применяют червяки с переменной глубиной винтового канала и переменным шагом нарезки. Кроме того, при литье

резиновых смесей не требуется такая высокая точность контроля и регулирования темп-ры инъекционного цилиндра по зонам, как при литье реактопластов. [8]

Перед началом работы ТПА надлежит удостовериться в отсутствии перекоса формы, проверить правильность сопряжения литниковой втулки с соплом и соосность формы с механизмом впрыска. Далее необходимо ввести в систему управления параметры технологического режима: температуры по зонам, температуру литьевого сопла, объем и давление впрыска, усилие смыкания, частоту вращения червяка, время выдержки, время охлаж-

дения, температуру формы и т.д.; после этого включить нагреватели машины и через 30–40 мин после выхода на заданные температурные режимы начать работу в режиме ручного управления.

При отладке технологического цикла особое внимание следует уделять работе механизмов выталкивателя. Убедившись в стабильном получении качественных изделий, можно перевести управление машиной на работу в полуавтоматическом режиме. Спустя примерно 30 мин можно при отсутствии сбоев перевести машину на работу в полностью автоматическом режиме. [9]

Литература:

1. <http://www.ngpedia.ru/id195796p1.html>
2. <http://borche.ru/articles/2>
3. 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.
4. Разработка валково-шнекового агрегата для переработки вторичных термопластов/Примеров О. С., Макеев П. В., Клинков А. С. Молодой ученый ежемесячный научный журнал № 4 (63)/2014, С 244–247.
5. 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
6. [http://apcompany.ru/gorizontalnye-termoplastavtomaty?\\_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTs4MjY3NjE7MjcyNjM1MjEzO3lhbmRleC5ydTpwcmVtaXVt&yclid=58489968564852568](http://apcompany.ru/gorizontalnye-termoplastavtomaty?_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTs4MjY3NjE7MjcyNjM1MjEzO3lhbmRleC5ydTpwcmVtaXVt&yclid=58489968564852568)
7. <http://chem21.info/info/1762782/>
8. <http://www.ngpedia.ru/id129665p1.html>
9. <http://msd.com.ua/oborudovanie-zavodov-po-pererabotke-plastmass/tehnika-bezopasnosti-pri-rabote-na-litevyx-mashinax/>

## Обследование конструкций железнодорожных кранов, использующихся в строительстве

Гарькин Игорь Николаевич, ассистент;  
 Еркин Дмитрий Валерьевич, студент;  
 Артюхина Оксана Викторовна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

*Рассматривается, на реальном примере, метод проведения экспертизы промышленной безопасности железнодорожных кранов. Настоящая статья продолжает цикл статей, посвящённый проведению экспертизе промышленной безопасности (обследованию) различных грузоподъёмных механизмов.*

**Ключевые слова:** обследование конструкций, экспертиза промышленной безопасности, техническое устройство, железнодорожно-строительный кран.

В соответствии со «Стратегией развития железнодорожного транспорта РФ до 2030 г.», утвержденной Правительством РФ в 2008 году предусматривается комплекс мероприятий по строительству и модернизации железных дорог, модернизации и введению новых стандартов подвижного состава, инфраструктуры дорог. Отсутствие надёжного железнодорожного сообщения со многими регионами для столь протяженной страны,

как России, является угрозой ее экономической безопасности. Важную роль в обеспечения безопасности при строительстве объектов железнодорожной и транспортной инфраструктуры является обеспечение безопасности грузоподъёмных механизмов (кранов). В ходе их эксплуатации, важно периодически (не реже чем раз в 5 лет) проводить экспертизу промышленной безопасности (ЭПБ) [1..3].

Таблица 1. Характеристика крана EDK 300

1.	Тип крана (модель)	EDK 300
2.	Грузоподъемность:	60
3.	Тип металлоконструкции стрелы крана (коробчатого сечения, сварная; ферменная сварная; коробчатого сечения, клепанная и т. д.)	Сварная коробчатая
4.	Длина стрелы, м	14
5.	Группа классификации (режим работы) крана паспортная по ГОСТ или ИСО	A5
6.	Скорости механизмов (м/м)	
	гл. подъема/вс. подъема	3
	передвижения крана	60
	передвижения грузовой тележки	
7.	Данные о материалах несущих элементов металлоконструкции, в том числе материалах, использованных при ремонтах	
	опорная рама	St 38b-2 TGL 7960
	поворотная рама	St 38-3 TGL 7960
	рабочее оборудование	St 52-3 TGL 7960
8.	Паспортные данные о нижних пределах температур рабочего и нерабочего состояния крана	-25°C +35°C
9.	Допустимая скорость ветра, м/сек	18,2
10.	Завод изготовитель	НПТМ им. Кирова, г. Лейпциг, ГДР
16.	Характер выполняемых работ	Погрузо-разгрузочные

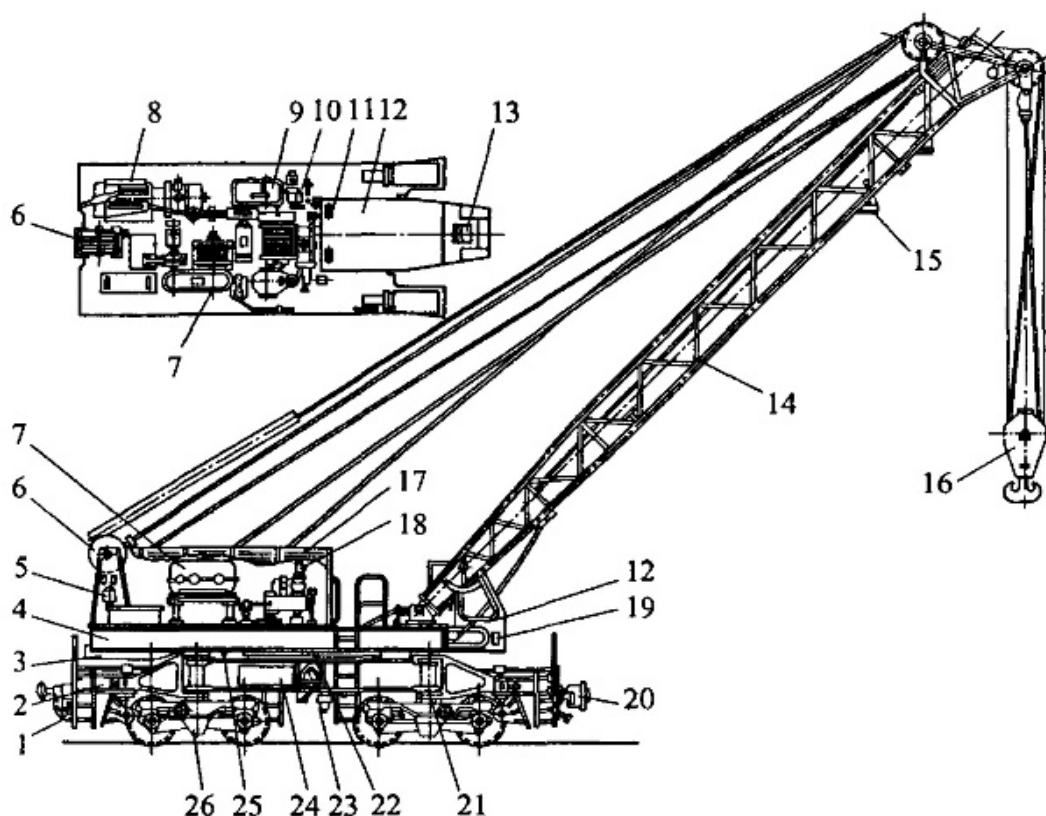


Рис. 1. Расположение узлов и механизмов на кране EDK-300/2: 1 — пневматический тормоз системы Матросова; 2 — рама подкрановой платформы; 3 — механизм подъема противовеса; 4 — рама корпуса крана; 5 — электрооборудование крана; 6 — блок; 7 — механизм изменения вылета стрелы; 8 — силовое отделение; 9 — механизм подъема; 10 — пневматический тормоз; 11 — электрооборудование кабины; 12 — кабина управления в сборе; 13 — внутреннее оснащение кабины; 14 — стрела в сборе; 15 — электрооборудование стрелы; 16 — крюковая обойма; 17 — кузов крана в сборе; 18 — механизм поворота; 19 — электрооборудование кабины крана; 20 — ударно-тяговое устройство; 21 — шкворьевая система; 22 — ограничитель угла поворота; 23 — электрооборудование подкрановой платформы; 24 — гидравлика в сборе № 25 — стопорное устройство; 26 — ходовая тележка



Рис. 2. Общий вид ж/д крана

Таблица 2. Дефекты конструкция крана EDK-300

№ п/п	Вид дефекта.	Характеристика дефектов		
		Дефекты изготовления и монтажа	Дефекты из-за грубого нарушения нормальной эксплуатации	Дефекты, возникшие при нормальной эксплуатации
		Количество баллов.		
1.	Нарушение лакокрасочного покрытия.	-		
2.	Коррозия ответственных элементов: до 5% толщины элемента вкл. до 10% толщины элемента вкл.	-		
3.	Трещины, разрывы в швах или в околосварной зоне.	-		
4.	Трещины, разрывы в зонах, удаленных от сварных швов.	-	-	-
5.	Ослабление болтовых соединений, в которых болты работают на растяжение (а также износ резьбы винтовых опор).	-	-	-
6.	Ослабление болтовых соединений, в которых болты работают на срез.	-	-	-
7.	Деформации элементов решетчатых конструкций, превышающие предельные значения: пояса элементы решетки.		1,5	
8.	Деформации элементов листовых конструкций, превышающие предельные значения.	-	-	-
9.	Расслоение металла.	-	-	-
10.	Смятие проушин и выработка отверстий в шарнирах, превышающие предельные значения.	-	-	-
11.	Любые дефекты, возникающие в месте предыдущего ремонта.	-	-	-



**Железнодорожный кран** — передвижной грузоподъёмный механизм на платформе (колея может быть как нормальная, так и «узкоколейка»). Железнодорожный кран используется для производства различных путевых работ при ремонте и эксплуатации железнодорожного пути, а также при строительстве продольных линий (автоблокировки, энергоснабжения и т.п.) и прокладке др. коммуникаций вдоль железнодорожного пути.

Приведём наиболее распространённые дефекты железнодорожных кранов на примере крана EDK-300 в табл. 2: При наличии хотя бы одного из вышеперечисленных дефектов эксплуатация крана запрещается, до устранения всех замечаний. Пренебрежение элементарными правилами безопасности при работе с использованием гру-

зоподъёмной техники ведёт к трагическим последствиям, вплоть до гибели людей [4].

Помимо физических дефектов, при обследовании необходимо тщательно проверять эксплуатационную документацию, сведения об обучении людей эксплуатирующих (и ответственных) башенный кран. В связи с тем, что ППРк с 2013 года не подлежит экспертизе промышленной безопасности и не регистрируется в территориальном Ростехнадзоре, необходимо крайне внимательно подходить к выбору организации изготовляющие ППРк.

Для повышения безопасной эксплуатации железнодорожных кранов авторы предлагают использовать ряд работ учёных Пензенского государственного университета архитектуры и строительства [6,7].

#### Литература:

1. Фадеева, Г.Д., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений: характерные проблемы [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 4. — с. 285–286.
2. Гарькин, И. Н., Гарькина И. А. Системные исследования при технической экспертизе строительных конструкций зданий и сооружений // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 3; URL: <http://www.science-education.ru/117-13139> (дата обращения: 19.05.2014).
3. Фадеева, Г.Д. Гарькин И.Н., Забиров А.И. Экспертиза промышленной безопасности промышленных кирпичных труб [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 11. — с. 122–125.
4. Фадеева, Г.Д., Гарькин И.Н., Забиров А.И. Анализ причин несчастных случаев на строительных предприятиях Пензенской области // Современные научные исследования и инновации. — Июнь 2014. — № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/06/35594> (дата обращения: 09.06.2014).
5. <http://lokomotiv.ru/podvizhnoy-sostav/zheleznodorozhnyy-kran.html>
6. Данилов, А. М., Гарькин И. А., Гарькин И. Н. Защита от удара и сопровождающей вибрации: экспоненциально-тригонометрическая аппроксимация функций // Региональная архитектура и строительства. 2012 — № 3. — с. 85–89
7. Нежданов, К. К., Гарькин И. Н. Об увеличении надёжности и скорости движения железнодорожных составов // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. науч. тр./Под ред. А. Н. Рахмангулова. Магнитогорск: ГОУВПО «МГТУ», 2011-с. 169–177

## Обследование конструкций башенного крана

Гарькин Игорь Николаевич, ассистент;

Еркин Дмитрий Валерьевич, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Наумов Валерий Александрович, инженер

000 «Центр независимой экспертизы промышленной безопасности ПРОМТЭК»

*Рассматривается, на реальном примере, метод проведения экспертизы промышленной безопасности башенных кранов. Настоящая статья продолжает цикл статей, посвящённый проведению экспертизе промышленной безопасности (обследованию) различных грузоподъёмных механизмов.*

**Ключевые слова:** обследование конструкций, экспертиза промышленной безопасности, техническое устройство, башенный кран.

**В**ажную роль в обеспечения безопасности на строительной площадке является грамотная эксплуатация башенных кранов. В ходе их эксплуатации, важно периодически (не реже чем раз в 5 лет) проводить экспертизу промышленной безопасности (ЭПБ) [1..3].

Стоит отметить, что при строительстве многоэтажных (более 5 этажей) зданий и сооружений, более 90% работ, связанных с вертикальной транспортировкой строительных материалов и оборудования, выполняется с помощью башенных кранов.

Башенные краны — поворотный кран стрелового типа со стрелой, закреплённой в верхней части вертикально расположенной башни. В настоящее время использование башенных кранов особенно распространённо при строительстве многоэтажных зданий и сооружений.

Наблюдается положительная тенденция по обновлению парков техники башенных кранов на строительных

предприятиях РФ. Доля кранов иностранного производства (Германия, США, Италия, КНР) превышает 40% (по данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору). На рис. 1–4 приведены дефекты, выявленные при обследовании башенных кранов в Пензенской области. Приведём наиболее распространённые дефекты башенных кранов:



Рис. 1. Разрушение металлоконструкций башенного крана (Liebherr)



Рис. 2. Трещины в металлоконструкциях башенного крана (Liebher)



Рис. 3. Коррозия конструкций башенного крана (Terex)

1. Наличие трещин в металлоконструкциях крана;
2. Прибор по ограничению грузоподъёмности не исправен (не установлен);
3. Прибор учёта не исправен (не установлен);
4. Деформации металлоконструкции секции или стрелы
5. Отсутствие заземления контроллеров;
6. Деформации элементов решетчатых конструкций;
7. Ослабленные болты крепления;
8. Смятие проушин и выработка отверстий в шарнирах;
9. Недопустимый перекос поворотной опоры башенного крана.

При наличии хотя бы одного из вышеперечисленных дефектов эксплуатация башенного крана запрещается, до устранения всех замечаний. Пренебрежение элемен-

тарными правилами безопасности на строительной площадке при работе на высоте с использованием грузоподъёмной техники ведёт к трагическим последствиям, вплоть до гибели людей [4].

Помимо физических дефектов, при обследовании необходимо тщательно проверять эксплуатационную документацию, сведения об обучении людей эксплуатирующих (и ответственных) башенный кран. В связи с тем, что ППРк с 2013 года не подлежит экспертизе промышленной безопасности и не регистрируется в территориальном Ростехнадзоре, необходимо крайне внимательно подходить к выбору организации изготовляющие ППРк.

Для повышения безопасной эксплуатации башенных кранов авторы предлагают использовать ряд наработок учёных Пензенского государственного университета архитектуры и строительства [5,6].

#### Литература:

1. Фадеева, Г.Д., Гарькин И.Н., Забиров А.И. Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений: характерные проблемы [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 4. — с. 285–286.
2. Гарькин, И.Н., Гарькина И.А. Системные исследования при технической экспертизе строительных конструкций зданий и сооружений // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 3; URL: <http://www.science-education.ru/117-13139> (дата обращения: 19.05.2014).
3. Фадеева, Г.Д. Гарькин И.Н., Забиров А.И. Экспертиза промышленной безопасности промышленных кирпичных труб [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 11. — с. 122–125.
4. Фадеева, Г.Д., Гарькин И.Н., Забиров А.И. Анализ причин несчастных случаев на строительных предприятиях Пензенской области // Современные научные исследования и инновации. — Июнь 2014. — № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/06/35594> (дата обращения: 09.06.2014).
5. Данилов, А.М., Гарькин И.А., Гарькин И.Н. Защита от удара и сопровождающей вибрации: экспоненциально-тригонометрическая аппроксимация функций // Региональная архитектура и строительства. 2012 — № 3. — с. 85–89
6. Данилов, А.М., Гарькин И.А., Гарькин И.Н. Управление объектами на подвижном основании: оптимизация конструктивной и структурной схем // Региональная архитектура и строительства. — 2014. — № 3. с. 102–108

## Влияние качества обслуживания на коммутацию IP-пакетов

Гилязов Марат Назифович, студент

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

В данной статье рассматриваются методы обеспечения качества обслуживания в IP-сетях, а также определение преимуществ и недостатков существующих методов качества обслуживания. Представлены основные подходы к решению задачи обеспечения гарантированного качества обслуживания в IP-сетях, базирующиеся на моделях интегрированных и дифференцированных услуг.

**Ключевые слова:** Качество обслуживания, задержка, потери, джиттер, IP-пакеты, полоса пропускания, интегрированный сервис, дифференцированный сервис, протокол резервирования сетевых ресурсов, класс обслуживания, приоритет.

Исследования по вопросу изменения структуры трафика показали, что сегодня наблюдается тенденция роста приложений на основе IP протоколов. IP-телефония активно вытесняет телефонию общественного пользования и традиционный междугородный трафик. Также растет интерес пользователей к интерактивному телевидению (IPTV), несмотря на его достаточно высокую стоимость. Обеспечивается этот интерес за счет широкого набора услуг, таких как видео-по запросу, отложенный просмотр, запись эфирных телепередач и др. В глобальном Интернете темп роста видео трафика опережают все остальные и, по исследованиям аналитического подразделения Cisco, в 2013 г. составили более 60% всего IP-трафика [3].

К сожалению, развитие IPTV в России замедляет низкое качество каналов у большей части операторов связи. Видео очень критично к потере IP-пакетов и/или их задержке. Соответственно возникает необходимость в динамическом перераспределении пропускной способности для обеспечения, требуемого QoS (качества обслуживания) приложениям реального времени.

Сети с коммутацией каналов и пакетов постепенно эволюционируют в направлении создания одной общей инфраструктуры, базирующейся на протоколах IP. Этот процесс называется конвергенция. Однако процесс конвергенции протекает достаточно медленно, и проблема обеспечения необходимого качества обслуживания становится актуальной. Для реализации преимуществ конвергенции в сетях с IP протоколами, требуется разра-

ботать новые принципы распределения ресурсов сети и управление трафиком, которые смогут гарантировать различные уровни показателей качества обслуживания для большого и разнообразного числа приложений, реализуемых конечными пользователями [5]. При этом распределение ресурсов и механизмы управления трафиком должны быть скоординированы в условиях наличия большого числа различных приложений с разными требованиями к сетевым характеристикам (табл. 1).

Рассмотрим основные сетевые характеристики, касающиеся качества обслуживания.

**Производительность сети** определяется как эффективная скорость передачи данных, измеряется в битах в секунду.

**Надежность сети** определяется через ряд параметров. Наиболее часто используемый параметр, это коэффициент готовности, который вычисляется как отношение времени работоспособности сети без простоя к общему времени наблюдения за сетью. В идеальных условиях коэффициент готовности должен равняться 1, что означает стопроцентную готовность сети, без простоев и отказов. На практике же коэффициент готовности оценивается числом «девяток». Например, «три девятки» или 0,999 означает, что коэффициент равен 8,79 часам простоя сети за год. Коэффициент готовности для ТфОП оценивается в «пять девяток», т. е. всего 5,5 минут простоя в год.

**Задержка (delay).** Эта характеристика определяется как время, за которое пакет поступает на вход сети в момент  $t_1$  и выводом пакета из выходной точки сети в мо-

Таблица 1. Чувствительность различных видов трафика к сетевым характеристикам

Вид трафика	Чувствительность трафика к сетевым характеристикам			
	Полоса пропускания	Потери	Задержка	Джиттер
Голос	Очень низкая	Средняя	Высокая	Высокая
Транзакции	Низкая	Высокая	Высокая	Низкая
Электронная почта	Низкая	Высокая	Низкая	Низкая
Telnet	Низкая	Высокая	Средняя	Низкая
Передача данных	Высокая	Средняя	Низкая	Низкая
Видеоконференция	Высокая	Средняя	Высокая	Высокая
Мультимедиа (IPTV)	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая

мент  $t_2$ , где ( $t_2 > t_1$ ). Другими словами, задержка — это время доставки пакета между источником и получателем, для всех пакетов — как успешно принятых, так и искаженных. Средняя задержка передачи зависит от типа передаваемого трафика и от полосы пропускания. Рост нагрузки и/или уменьшение полосы пропускания приводит к росту очередей в узлах сети и, следовательно, к увеличению средних задержек доставки пакетов.

**Джиттер (jitter).** Эта характеристика определяется как колебание задержки, которое возникает при передаче различных пакетов. Например, если для передачи одного пакета по сети требуется 50 мсек, а для передачи другого — 65 мсек, то колебание задержки составит 15 мсек.

**Потери пакетов (packet loss).** Эта характеристика определяется как отношение общего числа потерянных пакетов к суммарному числу отправленных пакетов. Потери пакетов в сетях IP возникают в том случае, если значение задержки при передаче превышает допустимое значение.

**Ошибки пакетов (packet error).** Эта характеристика определяется как общее число пакетов, принятых с ошибками, к сумме успешно принятых пакетов.

В классических сетях IP, в отличие от сетей с коммутацией каналов, применяется метод доставки, исключающий любую форму организации соединений — как физических, так и виртуальных. Этот метод основан на передаче пакетов-дейтаграмм. Далее рассмотрим основные модели обеспечения QoS:

Качество доставки в традиционных сетях IP базируется на принципе так называемой «наилучшей попытки» (Best effort). Концепция «наилучшей попытки» предполагает, что трафик передается с максимально возможной скоростью, но при этом не гарантирует обеспечение определенного уровня качества обслуживания. Подход «наилучшей попытки» отлично подходит для приложений, где данные можно передавать не в реальном времени (электронная почта, передача данных). Минус данного подхода заключается в следующем: отсутствует различие между разными видами трафика, нет гарантии в доставке пакетов в правильном порядке, и что он будет доставлен вовремя или вообще будет доставлен.

При недостатке сетевых ресурсов, увеличивается вероятность потерь пакетов и рост их задержек. Для приложений реального времени это критично. Для обеспечения соответствующего QoS в IP-сетях международная организация IETF (Internet Engineering Task Force) определила две основные модели: Integrated Services (IntServ) и Differentiated Services (DiffServ) [1].

**Интегрированный сервис (Integrated Service).** Модель интегрированного сервиса предоставляет сквозное (End-to-End) качество обслуживания, гарантирует необходимую пропускную способность каналов. IntServ использует протокол сигнализации RSVP (протокол резервирования сетевых ресурсов — Resource ReSerVation Protocol), который обеспечивает выполнение требований ко всем промежуточным узлам [6]. Протокол ра-

ботает следующим образом: источник до передачи данных, требующий нестандартного качества обслуживания (например, постоянной полосы пропускания для передачи голоса) отправляет по сети специальные сообщения содержащие данные о типе передаваемой информации и требуемой пропускной способности. Сообщение передается каждому маршрутизатору от отправителя до получателя, при этом формируется последовательность маршрутизаторов, где требуется зарезервировать определенную полосу пропускания. Если требуемая пропускная способность возможна, то маршрутизатор определяет алгоритм обработки пакетов таким образом, чтобы данному потоку всегда предоставлялась требуемая полоса пропускания, а затем передает сообщение следующему маршрутизатору. В результате по всему маршруту от отправителя до получателя резервируется требуемая полоса пропускания.

**Дифференцированное обслуживание (Differentiated Service).** Модель дифференцированного обслуживания предполагает наличие связанных областей сети (DiffServ-доменов), в регионе которых проводится общая политика по классификации трафика. Классификация построена на анализе заголовка пакета. В результате классификации каждому пакету присваивается номер класса обслуживания, заранее определенного в данном DiffServ-домене. Такой номер класса обслуживания называется DiffServ Code Point (DSCP) [4]. Значение DSCP фиксируется в заголовке IP-пакета в поле Type of Service (ToS). Маршрутизаторы в домене обрабатывают значение DSCP и в соответствии с этим значением передают пакет следующему маршрутизатору, гарантируя при этом требуемые характеристики для определенного класса обслуживания. Другими словами, на сетевых узлах хранится только правило обработки пакетов, а в каждом пакете указаны все данные, необходимые для его доставки получателю. Правильная передача пакетов обеспечивается за счет того, что все устройства в домене выполняют одинаковый алгоритм обработки пакетов.

**Интегрально-дифференцированное обслуживание (Integrated Services Operation over Diffserv Networks).**

Стандарт RFC2998 описывает принципы взаимодействия двух моделей: IntServ/RSVP и DiffServ. Слабые места одной модели дополняются преимуществами другой. Главная проблема при взаимодействии — это соответствие ресурсов, запрашиваемых через RSVP и предоставляемых в DiffServ-регионе. Возможны два варианта организации взаимодействия протоколов:

В первом случае общая работа построена на статическом соглашении клиента с оператором SLS (спецификация уровня сервиса). В этом случае описывается значение пропускной способности в DiffServ-сети: Ах отправляет сообщения маршрута, которые направлены к узлу Вх через DiffServ-домен (Рис. 1).

При прохождении через DiffServ-домен RSVP-сообщения не учитываются, и они передаются как обычный пакет с данными. Узел Вх, получая сообщение о маршруте от узла Ах, формирует запрос на резервирование RESV, ко-

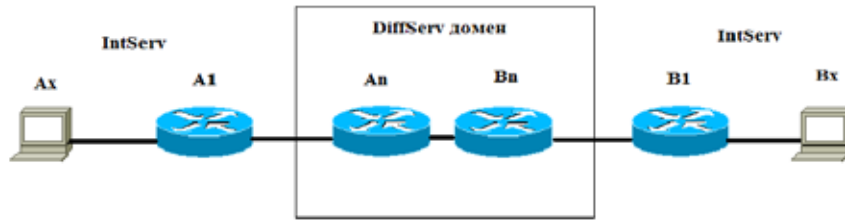


Рис. 1. Модель интегро-дифференцированного обслуживания

торый затем передается обратно к узлу Ax. При успешной обработке запроса каждым маршрутизатором сообщение RESV достигает маршрутизатора A1, который на основании SLS сравнивает ресурсы, запрашиваемые в сообщении RESV, и ресурсы, доступные в DiffServ-регионе. Если A1 подтверждает запрос, информация RESV отсылается далее к узлу Ax. В противном случае сообщение отвергается, и узлу Bx отправляется оповещение об ошибке.

Второй вариант предполагает, что пограничные маршрутизаторы в DiffServ-доме поддерживают протокол RSVP. Порядок обмена RSVP-сообщениями такой же, как и в предыдущем случае. Однако благодаря поддержке RSVP в DiffServ-доме блок управления доступом является частью DiffServ-сети. В результате маршрутизатор An имеет возможность непосредственно обработать RSVP-запрос, исходя из доступности ресурсов [2].

Управление качеством обслуживания в IP-сетях

Обеспечить гарантированное качество услуг в сети с большим количеством различных потоков информации и с приемлемой пропускной способностью возможно только при наличии высокоэффективной системы управления. Общая схема функционирования механизмов динамического управления ресурсами сети заключается в следующем. Каждому классу услуг определен приоритет и скорость передачи, в сумме не превышающая значение пропускной способности канала.

Рассмотрим пример расчетов управления качеством обслуживания. Для этого весь трафик был разделен на следующие классы обслуживания:

- класс 1 — Интернет-ресурсы (электронная почта, передача данных, просмотр Web-сайтов и др.);
- класс 2 — услуги виртуальной частной сети (VPN соединение);

- класс 3 — потоковый трафик (видео по запросу и IP-телевидение);

- класс 4 — интерактивный трафик (IP-телефония, видеоконференцсвязь).

Сегодня для эффективной работы сети считается загрузка 70% от полосы пропускания. Для примера рассмотрим канал Ethernet 100 Мбит/с. Исходные расчетные данные (скорость обслуживания и приоритет), зависят от числа пользователей сети и требуемой емкости на один поток, а также данные об испытываемой задержке пакетов в момент времени t приведены в табл. 2.

Согласно табл. 2, для 4-го класса услуг, чувствительного к задержке пакетов, не выполняются ограничения QoS. При этом для всех остальных классов задержки пакетов не превышают предельного значения. Соответственно имеется возможность воспользоваться выделенными ими ресурсами с целью снижения задержки для класса 4.

Исследование показало, что средняя задержка пакетов каждого класса до и после применения алгоритма перераспределения улучшается приблизительно на 28%. Можно предположить, что значение параметра задержки пакетов варьируется в зависимости от передаваемого трафика, топологии сети, оборудования и т.д., но в целом эффект применения метода очевиден.

**Заключение**

Решение задачи по предоставлению требуемого качества обслуживания в сетях IP может быть получено прямым путем — предоставить гарантированную полосу пропускания. Однако, наиболее выгодным представляется применение гибких методов, которые позволяют обеспечить необходимые показатели качества обслуживания при эффективном использовании ресурсов сети для боль-

Таблица 2. Значение параметров для каждого класса обслуживания

Наименование показателя	Значение показателя по классам обслуживания			
	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
Приоритет	1	10	100	1000
Предел задержки пакетов, мс	450	300	200	150
Скорость до применения метода, Мбит/с	15	6,5	44,7	3,8
Задержка до применения метода, мс	350	280	200	250
Скорость после применения метода, Мбит/с	11,6	5,9	44,7	7,8
Задержка после применения методов, мс	449	298	200	127

шого набора различных приложений, включая и наиболее критичные аудио и видео приложения реального времени.

С помощью эффективной системы управления в IP сетях можно добиться требуемого качества обслуживания.

#### Литература:

1. Копачев, А. Г. Методы управления трафиком в мультисервисных сетях // Информатизация образования. 2004, № 4 — с. 69–74
2. Листопад, Н. И. Обеспечение качества обслуживания // Доклады БГУИР: научный журнал. 2011. № 4.
3. Рекомендации Cisco по развитию сети ШПД МРК, Cisco Visua lNetworking Index — Forecast, 2008–2013.
4. Рекомендации RFC 2475 — Архитектура дифференцированного обслуживания (DiffServ).
5. Яновский, Г. Г. Современные проблемы науки в области телекоммуникаций (эволюция и конвергенция): Электронный учебник. СПб.: СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 2008. 163 с.
6. Bernet, R. RFC2998 — Integrated Services Over Diffserv Network // Rfc editor [Электронный ресурс]. — 2000 — <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2998.txt> — дата доступа 15.01.2009

## Разработка гибкого термоэлектрического модуля на основе кремнезёмной стеклоткани и теллурида висмута ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ) с высоким КПД

Головяшкин Алексей Николаевич, кандидат технических наук, доцент;

Беспалов Евгений Сергеевич, магистрант

Пензенский государственный университет

Тема термоэлектричества как источника энергии в связи с растущим энергопотреблением и проблемой рационального использования ресурсов стала чрезвычайно актуальной. Например, даже частичная утилизация тепла с помощью термоэлектрических преобразователей могла бы перекрыть общую мощность всех атомных электростанций [1]. С помощью термоэлектрических модулей (ТЭМ) возможно преобразование тепловой энергии в электрическую без загрязнения окружающей среды, электрификация удалённых и труднодоступных районов нашей страны. Термоэлектрические генераторы смогут стать серьезным конкурентом для других способов получения электроэнергии [2]. Для этого необходимо поднять КПД термоэлектрических генераторов с  $5 \div 10\%$  до  $15 \div 25\%$ , что возможно при помощи разработки полупроводниковых термоэлектрических материалов нового поколения, а также за счет конструктивных решений, повышающих удельно-весовые и мощностные характеристики. На сегодняшний день в России активно занимаются исследованиями в области термоэлектричества три компании-резидента Фонда «Сколково»: ООО «ФЕМТОИНТЕХ», ООО «СмС тензотерм Рус», ООО «Метемп» [3]. В настоящее время среднегодовой спрос мирового рынка электроэнергетики — это несколько миллионов термоэлектрических модулей, тогда как в перспективе он может достигать нескольких миллиардов [2]. Наибольшая доля экспорта термоэлектрических модулей в Россию приходится на Германию, Финляндию, республику Корею, меньшая доля рынка ТЭМ в России у Китая, США, Великобритании [4]. В рамках современной ми-

ровой конъюнктуры остро стоит вопрос импорта замены наукоёмкой продукции, что свидетельствует об актуальности исследований в данной области.

На сегодняшнем этапе развития данного научно-конструкторского направления можно обозначить следующие проблемы:

1. Низкий коэффициент полезного действия термоэлектрического модуля;
2. Высокая стоимость материалов, используемых в термоэлектрических модулях;
3. Ограниченность применимости модулей на поверхностях имеющих неровности;
4. Узкий температурный диапазон работы термоэлектрических преобразователей, обусловленный в первую очередь электрофизическими свойствами используемых материалов [5].

Для решения данных проблем предлагается создать ТЭМ дешёвым, гибким, экологически безопасным, с широкими границами применимости. Это достигается благодаря формированию электроизоляционных плат на основе гибкой кремнезёмной стеклоткани и формированию полупроводниковых элементов на поверхности стеклоткани толстоплёночными методами с использованием полупроводниковых паст на основе соединений теллурида висмута ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ). Для повышения герметичности и прочности ТЭМ предлагается внутренние полости заполнять гибким полиуретановым компаундом «Scotchcast 2130 C» Тем самым мы получим, гибкое и дешёвое термоэлектрическое покрытие применимое для поверхностей произвольных форм и размеров. В рамках данной работы разработана

методика расчёта параметров ТЭМ, что позволяет эффективно подбирать материалы и параметры конструкции в зависимости от конкретной области применения и конкретной задачи.

В качестве высокотеплопроводной электроизоляционной гибкой платы предлагается использовать кремнезёмную стеклоткань. Она является хорошей заменой асбестовым изделиям, так как способна выдерживать более высокие температуры и при этом — абсолютно безопасна для людей. Кремнезёмные стеклоткани характеризуются высоким содержанием оксида кремния — порядка 90 процентов. Кремнезёмная стеклоткань предназначена для работ при высоких температурах до 1700 градусов Цельсия. Такая ткань является надёжной защитой от пожаров. Кремнезёмная стеклоткань обладает отличными электроизоляционными свойствами и стойкостью к радиационным излучениям. Ткань последнего типа идеально подходит для изделий с неровной поверхностью. Это хороший диэлектрик, которому не страшны минеральные и органические кислоты, что делает возможным его применение в условиях агрессивной среды. Крупными компаниями на рынке России по производству и реализации кремнезёмных стеклотканей являются ООО «Уралбаск» г. Челябинск, ООО «Спецтехноткань» г. Красногорск, ООО «ВППК» г. Волжский [6]. Цена на кремнезёмную стеклоткань на май 2015 годы в среднем составляет 220 рублей за погонный метр. Так же нанесение полупроводниковых элементов методами толстоплёночной технологии с использованием полупроводниковых паст теллурида висмута ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ) очень простая и дешёвая задача. Основное сырьё для изготовления кремнезёмного стекла — это кварцевый песок, борный ангидрид, сульфат натрия, поташ, известняк, доломит, глинозём, магнезит, окиси свинца. Кварцевый песок содержит в составе 99,0–99,5% кремнезёма, примерно 1% примесей. Качество стекловолокна находится в прямой зависимости от числа примесей, чем их больше, тем ниже качество стекловолокна. Кремнезёмная стеклоткань под увеличением представлена на рисунке 1 [7].

На основании вышесказанного следует заключить, что применение кремнезёмной стеклоткани как элемента конструкции ТЭМ целесообразно для решения поставленных задач.

Соединения теллурида висмута ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ) являются основным полупроводниковым материалом в конструкции ТЭМ на данный момент времени. На его основе ТЭМ работает от источников тепла (до 300 °С). Максимальная температура работы полупроводникового материала на основе ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ) в качестве прямого преобразователя тепловой энергии в электрическую значительно ниже, чем максимальная рабочая температура кремнезёмной стеклоткани. Но для утилизации бросового тепла в промышленности зачастую достаточно предельной температуры 250 °С. А для высокотемпературных преобразователей прорабатывается возможность применения альфа-карбида кремния ( $\alpha\text{-SiC}$ ), который может работать в достаточно широком температурном диапазоне до 900 °С.

Эффективность термоэлектрических преобразователей определяется величиной:

$$Z = \frac{\sigma * A^2}{\chi}$$

Которая имеет размерность обратной температуры и зависит только от электрофизических свойств материала преобразователя [8]. Чаще используют безразмерную термоэлектрическую добротность:

$$ZT = \frac{\sigma * A^2 * T}{\chi}$$

Где  $\sigma$  — электропроводность материала,  $A$  — коэффициент термоэдс или коэффициент Зеебека,  $\chi$  — теплопроводность,  $T$  — средняя рабочая температура ТЭМ  $(Th+Tc)/2$ ,  $Th$  и  $Tc$  — температуры горячего и холодного спаев соответственно.

Формула Июффе свидетельствует, что при постоянном температурном градиенте производство электроэнергии будет проходить тем эффективнее, чем больше коэффициент Зеебека и меньше потери тепла в ТЭМ за счёт высокой теплопроводности и чем меньше омическое сопротивление термопары. Для того чтобы добиться высокой термоэлектрической добротности необходимо использовать низко теплопроводные и одновременно высоко электропроводные полупроводниковые материалы.

Так же термоэлектрическая добротность связана с (КПД) ТЭМ [8], что делает её очень удобным параметром



Рис. 1. Кремнезёмная стеклоткань



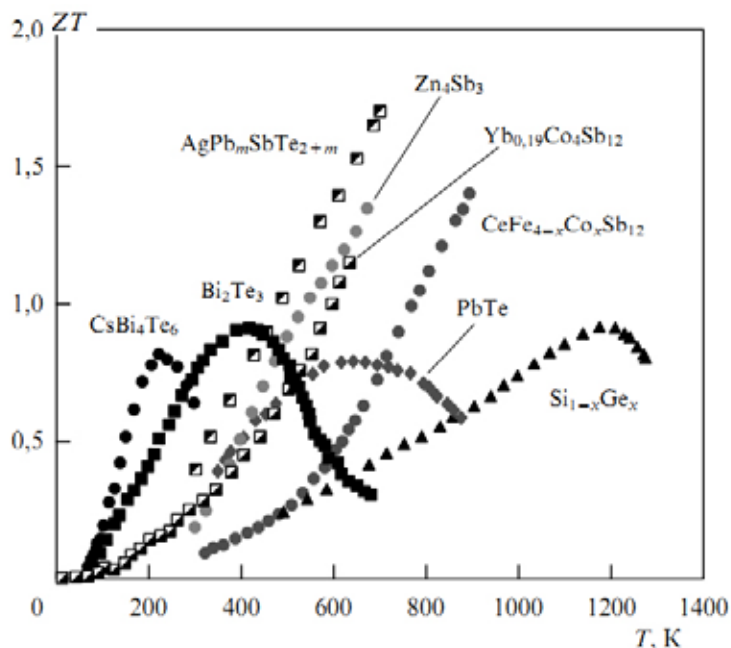


Рис. 2. Безразмерная термоэлектрическая добротность

тром для сравнения эффективности ТЭМ. На рисунке 2 представлена безразмерная температурная добротность некоторых полупроводниковых материалов.

Безразмерная термоэлектрическая добротность не превышает 2 для всех полупроводниковых материалов даже при высоких температурах. Теллурид висмута имеет пиковую добротность при температурах около 400 K около  $ZT=1$  [5]. Температура плавления теллурида висмута  $T_{пл}=853$  °C, ширина запрещённой зоны  $E_g=0.13$  эВ. Важным параметром ТЭМ является полное генерируемое напряжение:

$$U = 2 * N * A * \frac{(T_h - T_c)}{R + R_n} * R_n$$

Где  $N$  — Количество термоэлементов,  $R_n$  — сопротивление нагрузки.

Для ТЭМ с параметрами ветвей  $h_1=h_2=6.5*10^{-3}$  (м) — высота термоэлектрического полупроводникового элемента,  $B_1=B_2=40*10^{-3}$  (м) — ширина термоэлектрического полупроводникового элемента,  $L_1=L_2=40*10^{-3}$  (м) — длина термоэлектрического полупроводникового элемента. Результаты аналитического расчёта генерируемого напряжения в зависимости от температурного градиента представлены на рисунке 3. Данные по аналитическому расчёту (КПД) ТЭМ представлены на рисунке 4.

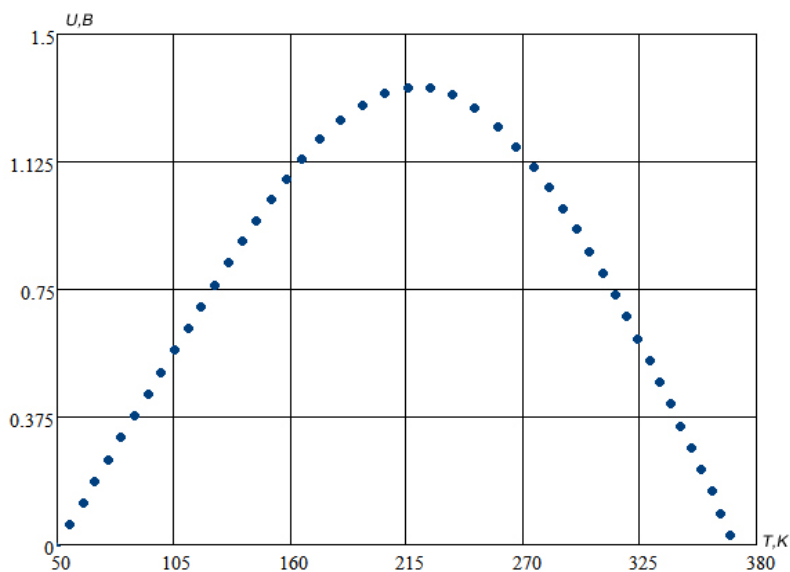


Рис. 3. Зависимость генерируемого напряжения ТЭМ на основе (Bi2Te3) от температурного градиента между холодной и горячей стороной



Рис. 4. Зависимость (КПД) ТЭМ на основе (Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>) от градиента температур между холодной и горячей стороной

Опираясь на результаты, полученные в ходе аналитического расчёта, заключаем, что пиковый КПД около 7% для ТЭМ данной конструкции и на основе (Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>) достигается при температурном градиенте  $\Delta T = 170$  K.

Пример возможности использования гибкого термоэлектрического покрытия в качестве теплоизоляционного покрытия промышленных труб, имеющих высокие температуры. За счёт неограниченно большой площади возможного термоэлектрического покрытия и градиенту температур порядка 100–180 °C возможно по-

лучение достаточно больших электрических мощностей. Средняя температуры воды в теплотрассах зимой порядка 90 °C, средняя зимняя температура в России — 20 °C [9], средний температурный градиент установленного на теплотрассу зимой гибкого ТЭМ будет составлять примерно  $\Delta T = 110$  K. Что Обеспечит (КПД) ТЭМ на уровне 5–6%. Пример применения гибкого термоэлектрического покрытия на основе кремнезёмной стеклоткани и теллурида висмута (Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>) для утилизации бросового тепла труб теплопроводов представлен на рисунке 5.

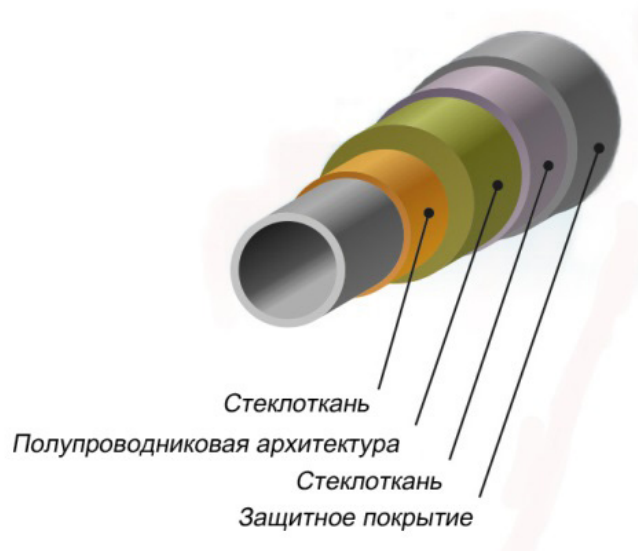


Рис. 5. Пример применения гибкого термоэлектрического покрытия на основе кремнезёмной стеклоткани и теллурида висмута (Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>) для утилизации бросового тепла труб теплопроводов

В итоге получаем дешёвое и гибкое термоэлектрическое теплоизоляционное покрытие. Благодаря своей гибкости, имеющее широкие границы применимости на объектах произвольных форм и размером. С помощью, получен-

ного термоэлектрического покрытия возможно преобразование бросового тепла крупных предприятий в электрическую энергию, что существенно повысит их рентабельность за счёт снижения переменных издержек.

Литература:

1. А. В. Симкин, А. В. Бирюков, Н. И. Репников, О. Н. Иванов, Термоэлектричество № 3, с. 86, 2013;
2. <http://sk.ru/termogeneratoriy-iz-skolkovo-budut-v-3-gaza-effektivnee>;
3. Руссо, М. В., Термоэлектричество, Полит. ру, № от 9 октября 2014, с. 22–24;
4. Рынок термоэлектрических модулей, РосБизнесКонсалтинг, Москва, с. 30, 2009;
5. А. В. Дмитриев, И. П. Звягин, «Современные тенденции развития физики термоэлектрических материалов», УФН, 180:8 (2010), 821–838;
6. Рынок стеклоткани, Маркетинговое исследование и обзор рынка стекловолокна и изделий, Москва, 2013, с. 60;
7. Болтон, У., Конструкционные материалы, металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты. Карманный справочник/Пер с англ. — М.: Додека-XXI, 2004. — 320 с. — (Карманный справочник);
8. Иоффе, А. Ф., Полупроводниковые термоэлементы, М.: Изд-во АН СССР, 1956;
9. [https://ru.wikipedia.org/wiki/климат\\_России](https://ru.wikipedia.org/wiki/климат_России).

## Reference base of Russia: problems and strategy of development

Гончарова Мария Александровна, магистрант;

Дмитриенко Надежда Алексеевна, кандидат педагогических наук, доцент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета (г. Шахты, Ростовская область)

Goncharova M. A., Undergraduate

Dmitrienko N. A., Associate Professor

Institute of service and business (branch) Don State Technical University

*Article is devoted to a question of carrying out basic researches it is actual now in the field of metrology, development state (including primary) standards of size units. Data of the analysis is based on existing standards of Russian Federation, and mainly the State primary standards of unit of size are provided in article. The structure of reference base of the Russian Federation is considered taken into account the classification signs of standards, the types of measurements, on terms of operation and institution keepers. Also the main ways of developing reference base of the Russian Federation are given.*

**Keywords:** *reference base, State primary standard of size units, unit measurements, standard, area of measurements, scientific technical progress, measuring opportunities, technical basis of measurements, structure of reference base.*

Improving the quality of life, globalization of economic processes, developing international trade, influence improving defense capability and safety of the state, construction, environmental protection, information of society and ensues great demands of measurements and unit of measurements in the country.

The measurements unit is a condition of measurements where their results are expressed in units of sizes allowed to use them in the Russian Federation, and indicators of measurement accuracy don't overstep the established bounds [1].

The main problem is developing and ensuring measurements unit in the Russian Federation that can be defined as discrepancy of scale and potential of reference, standard, legal and technical base, financial resources, a basis of measuring instruments and many other. The needs of society and

state in receiving necessary amount of objective are to be reliable and comparable results of measurements now.

The unit of measurements in the country is reached as a result of functioning the state system of ensuring measurement unit which includes:

- the interconnected complex of standard, legal standard of technical documentation;
- standards of size units;
- the federal executive authorities appointed by the Government of the Russian Federation;
- federal state enterprises and establishments;
- other organizations accredited in accordance with the established procedure providing to organize and carry out the system installed by the legislation system of the Russian Federation state regulating the actions directed to the

achievement and maintenance of measurement unit in Russian Federation [2].

The technical basis of ensuring unity of measurements is made with the help of reference base of Russia, its basis are the state primary standards of units of size. The state primary size unit standard is the state standard providing reproduction, storage and transfer of size unit with accuracy, approved in quality in accordance with the established procedure and applied as initial basis in the territory of this country [1].

The structure of reference base should be considered paying attention to classification signs of standards which are subdivided in accordance to:

- the reproduced form and (or) stored unit: on standards of the main units and standards of derivative units of the International system of units;
- the accuracy and subordination: on primary, secondary and digit working standards;
- Metrological appointment: on primary standards, working standards, standards of the copy and standards of comparison;
- use area: on the standards used in the sphere of state regulation
- a place of the contents and use: on regional standards, branch standards, standards of the State metrological centers and other legal entities and individual entrepreneurs;
- area (a type of measurements): standards in the field of mechanical, electrical, heat physical, geometrical quantities, etc.;
- size which is reproduced or store standards: length unit standards, standards of mass unit, etc.

Thus, structural reference base of the Russian Federation can be presented in different ways [3].

In spite of the fact that our country occupies the 2nd place in the world in measuring opportunities (by results of check

2013) [2], there is a number of large problems which need to be solved in the next years while carrying out basic researches for the purpose of creating the state primary size unit standards on the basis of new determination of the main SI, to development and modernization of the state primary standards of size units of sizes of modern technologies, and also to increase the level of participation of the Russian Federation in key and additional testing of national standards.

According to the Art. 7 of the Federal law in July 26, 2008 No. 102-FZ «About ensuring measurement unit»:

- the state primary standards of size units aren't subjected to privatization;
- the state primary standards of size units contain and applied in state scientific metrological centers;
- the state primary size unit standards are subjected to testing in accordance to the International bureau of measures and scales and national standards of size units of foreign states.

In the Russian Federation the standards of size units correspond to the state primary standards have to be applied.

As of 02.04.2015 the reference base of the Russian Federation has about 164 state primary standards of size unit [4]. A basis of these standards is the system of sizes (meter, kilogram, ampere, second, Kelvin and candela), except a standard of quantity of substance (mol). One of the main reasons of that the quantity standard isn't created, so there is insufficient clearness of definition of this unit.

The reference base of the Russian Federation covers all types of measurements. Distribution of quantity of standards on areas of measurements is presented in figure 1.

From given above it is evident that the greatest number of GET is the share of measurements in electrical and magnetic quantities. Almost twice less GET is the share of measurements of mechanical, geometrical, radio engineering and

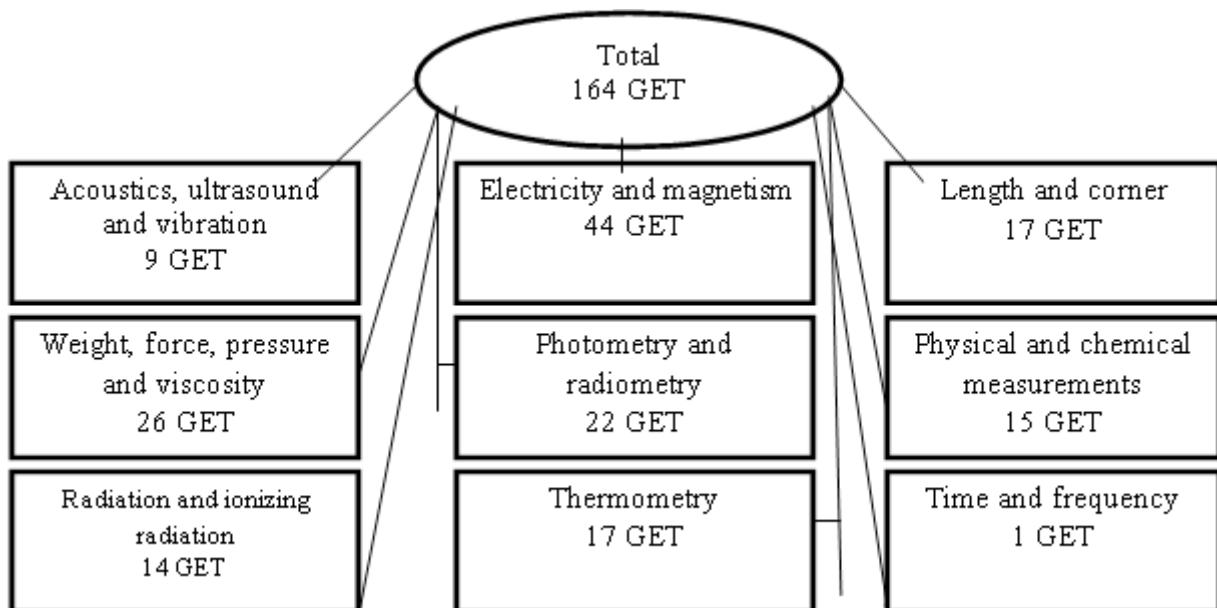


Fig. 1. Base of the state primary standards of the Russian Federation

Table 1. Distribution of the state primary standards by a year of the statement.

Nº п/п.	Year of the statement	Quantity of the approved GET, piece
1	... — 1979	15
2	1980–1989	19
3	1990–1999	9
4	2000–2009	20
5	2010	22
6	2011	13
7	2012	36
8	2013	2
9	2014	11
10	2015	17

radio-electronic measurements. Further on there are heat physical and temperature measurements, optical and optic-physical measurements, and also measurements of physical and chemical structure and properties of substances, measurements of characteristics of ionizing radiation and nuclear constants.

One of important characteristics of reference base is characterized by terms of operation (table 1).

At the state primary standards the most critical condition is noted. About a half of them (47 %) it is created over 20 years ago. They became morally and technically outdated. By a number of measurements types, calibration and measuring opportunities of MNII Russian Federation are low in compare with opportunities of foreign NMI. The matter is that each 10–15 years we need accuracy requirement to measurements, as it increase at 3–10 times, respectively to satisfy the requirements of national measuring system to the same frequency there has to be an updating reference base.

So, from the data provided in the table it is evident that the peak of the statement standards as GET had happened in the beginning of the 90th years, and then the 2000th years. Then,

during a political system change of the country, there was a recession and in the sphere of ensuring unity of measurements, especially regarding the statement standards as GET. But in recent years, activities for improving standards as GET show positive dynamics. So, according to Technical regulation, of 01.04.2015g, for 2014 GET of 11 standards were approved and for the first four months of 2015–17 standards were testified to have positive dynamics in improving system of ensuring unity measurements [4]. After creating new and modernizing the existing State standards, their creation provides increasing accuracy of measurements, increase the accuracy and reliability of measurements in various areas and kinds of activity.

According to the Art. 7 of the item 4 FZ-102 the state primary standards of units of sizes contain all aspects and can be applied at the state scientific metrological institutes. Now, in the Russian Federation, there are seven metrological research institutes (MRI) where there are the state primary standards (figure 2).

The base of the state primary standards is constantly updated, both due to modernization of available standards, and new standards. So, over the last 5 years, in Standard

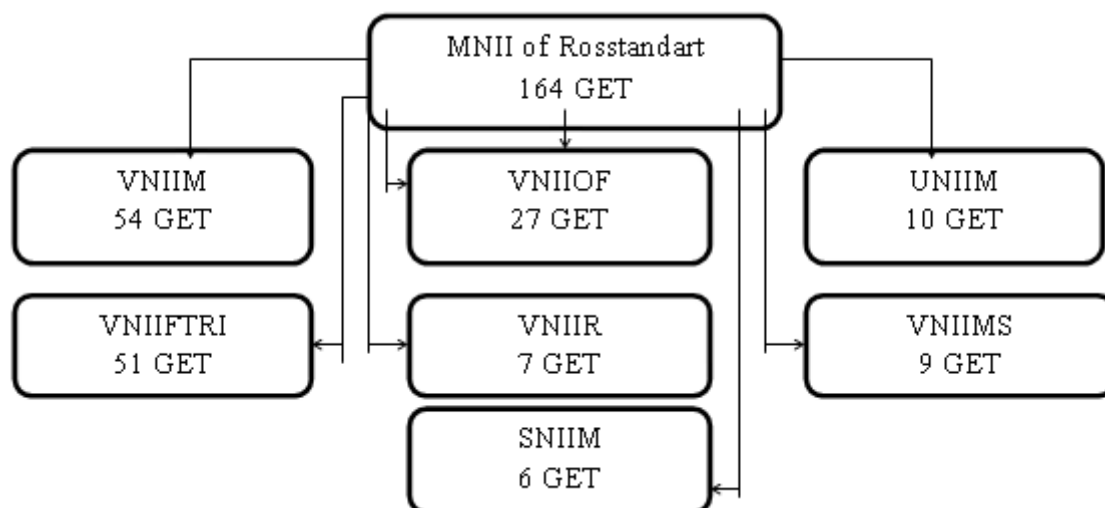


Fig. 3. Distribution of the state primary standards on MNII of Russian standard

MNII exist more than 100 new GET that makes 63% of total number of GET are developed and claimed. As a result of more than a half of the GET base it was updated at the modern level.

Considering the data given above, we will consider the main ways of development of reference base with increase of scientific and technical level of standards. The priority directions of development are:

— creation of a reserve as the way of realization of new definitions of units of the International system of units (the weight, temperature, time) accomplished with requirements of the international metrological organizations and coordinated with the methods developed in other countries;

— creation of system of the standards reproducing the main and major derivative (basic) units of physical quantities taking into account the forthcoming reform on redefinition of a number of the main physical quantities on the basis of use of fundamental physical constants and stable physical effects and the phenomena;

— creating and resource ensuring modern base of the state primary standards which aren't based on scientific and technical level and metrological characteristics to the best foreign analogs;

— development of methods, limit on accuracy, and measuring instruments of reference appointment;

— development of new and improvement of the existing standards, increase of their scientific and technical level, expansion of functionality, approach of reference accuracy to the consumer;

— automation of standards and measuring procedures on the basis of using microprocessors and the COMPUTER, level of intellectualization of reference measuring computer systems increases;

— development of mobile small-sized high-performance and multipurpose complexes of standards in various areas (types) of measurements, including on the quantum effects providing measuring instruments check on places of their operation; — improving the state, departmental and local testing schemes, simplification of their structure, reduction of number of links and steps;

— association (complexity) of unit standards based on physical quantity (including primary and special standards) or several interconnected physical quantities, allowing a bigger accuracy (or without loss of accuracy) and the smallest expenses to reproduce and transfer the sizes of units to the subordinated measuring instruments.

As a result of analysis of reference base of the Russian Federation, we get State primary standards of unit of size, it is possible to draw a conclusion that its structure at a present stage of development, have undergone positive changes over the past few years, in general it is rather difficult to be adapted the decision numerous and various problems of ensuring unity of the measurements existing in practice. But nevertheless, it is quite obvious that the structure isn't perfect yet. It has to be developed constantly, and if necessary to change as at increases a scientific technological level in the country, the new perspective measuring tasks demanding corresponding metrological system.

#### References:

1. The federal law of the Russian Federation of June 26, 2008 «Is adopted No. 102-FZ about ensuring unity of measurements 2008–06–11 — M.: Standards Publishing House, 2008. — 11 pages.
2. The order of Russian standard of 19.09.2014 No. 1360 «About the approval of the departmental target program «Carrying out basic researches in the field of metrology, development state (including primary) standards of units of sizes» [An electronic resource]/ — URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?Base=EXP;frame=1;n=599882;req>
3. Sebekin A.P. The analysis of the existing structure of reference base of Russia // Legislative and applied metrology.—2014. page-№ 1.—23.
4. Standard [Official site] — URL: <http://www.gos-etalon.ru/DB/com/index.htm?RU,ETALON> (date of the address 02.04.2015g).

## Challenges of Moon missions

Горностаев Алексей Артемович, студент;  
Куимова Марина Валерьевна, кандидат педагогических наук, доцент  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Gornostaev Alexey Artemovich, student;  
Kuimova Marina Valeryevna, PhD in Methods of TFL  
National research Tomsk polytechnic university

*It is a beautiful and delightful sight to behold the body of the Moon  
Galileo Galilei*

Strong temperature variations, gamma radiation and meteor showers make the lunar surface unsuitable for life. Then what makes Moon, the fifth largest natural satellite in the Solar System and the Earth's only natural satellite, so attractive for manned missions?

Moon is easier to see of the thousands of sights in the night sky. The Moon is a stabilizing factor for the axis of rotation of the Earth. The same side of the Moon always faces the Earth because the Moon rotates synchronously with the Earth orbit.

The Moon's gravitational forces cause the rise and fall of the tides on Earth. As the Moon comes to the closest distance within a moon cycle, its gravitational forces lead to high tides on Earth. The moon lights the Earth's nights for night vision of humans and animals [8]. There are several reasons to go to the Moon:

- relatively small distance (a trip to Moon takes only about three days);
- resources (the Moon has a wealth of raw materials);
- energy production (sunlight that reaches the Moon can be converted into electric power. The produced power can be beamed to satellites or Earth and distributed around the world);
- steppingstone to other planets (the launch of spacecrafts assembled and provisioned on the Moon could be cheaper than the launch from the Earth as the Moon's gravity is less and it requires less energy to lift a heavy spacecraft);
- astronomy (as the Moon has no atmosphere, the creation of an observatory, equipped with optical and radio telescopes, will provide the ability to obtain more detailed and clear images of remote regions of the universe than is possible in the observatories in the world; and also to conduct research on the moon high energy cosmic rays);
- geology (lunar base could benefit a wide range of sciences: physics, historical geology, biology, etc. and lead to new insights);
- technology (the construction of a lunar base which would provide the development of new technologies and new job opportunities);
- water (on the Moon, water can be extracted for human activity as it appears on it in the form of ice. With water, it is theoretically possible to create the conditions for growing foodstuffs);

— space tourism (the Moon could become attractive for space tourists) [1, 6, 7].

Lunar exploration requires the creation of a space base on the moon to:

- to conduct more in-depth study of the cosmos;
- develop lunar resources;
- establish transshipment facility (steppingstone) for further expansion into space.

The study of the Moon will promote and advance learning more about the origin and evolution of the Earth, the solar system as a whole and the influence of the moon on the Earth.

Huge natural resource reserves of iron, aluminum, titanium and the isotope helium-3 have been discovered on the Moon. These resources have the potential as a fuel for nuclear fusion reactors. Thermonuclear fusion can become more environmentally friendly than nuclear fission. Helium-3 is required for nuclear fusion. On the Moon, there are about 1 million tons that will be enough for mankind for 1,000 years (on Earth we have only 0,035 million tons of Helium-3).

As the moon has lower gravity than the Earth, broader exploration of the cosmos may be cheaper because less energy is needed to launch spacecrafts from its surface [2].

However, lunar surface has numerous constraints for the construction of a lunar base and facilities:

- radiation (protons, aggressive X-rays and other particles formed from solar flares come to the surface of the Moon because it has no atmosphere);
- meteors (meteors reach the surface of the Moon because it has no atmosphere and may lead to significant destructions);
- differential temperature (the Moon has huge temperature variations. The maximum day temperature may reach +130°C, the maximum night temperature may drop to -150°C);
- lunar dust (particles that are not smoothed by erosion have sharp edges. Thus, they have abrasive properties. The dust penetrates everywhere and wears out the mechanisms);
- relationship between severe lunar temperature cycles and structural and material fatigue;
- vacuum (certain materials might not be chemically or molecularly stable under a hard vacuum that surrounds the Moon and constriction in a vacuum has severe problems);
- safety and reliability of lunar structures [5, 6].

Thus, lunar missions could play a crucial role in our exploration of the solar system, the Moon and the Earth. It could become a step to the extension of man's stay in space [3, 4]. However, there are still unsettled questions that are to be

answered before going to the Moon: the design of the protection from radiation for humans and equipment, and the system of artificial gravity. Moreover, we still do not know how to protect the lunar base from meteors.

#### References:

1. Вяткин М. Ф., Куимова М. В. A few words about space tourism // Молодой ученый. 2015. № 7. с. 103–105.
2. Полюшко Д. А., Куимова М. В. Challenges of manned missions to Mars // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 293–295.
3. Сысоева Н. В., Куимова М. В. Some hazards of long-term space flights // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). с. 315–316.
4. Федотов Д. В., Куимова М. В. About astronaut training for space missions // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 331–332.
5. Benaroya H., Bernold L., Chua K. M. Engineering, design and construction of lunar bases // Journal of aerospace engineering. 2002. Vol. 15, No. 2. Pp. 33–45.
6. Ruess F., Schaenzlin J., Benaroya H. Structural design of a lunar habitat // Journal of aerospace engineering. 2006. Vol. 19, No. 3. Pp. 133–157.
7. Schrank D. G. The Moon: Optimum location for the first industrial/scientific base in space // SPACE 02, ASCE, Reston, Va., 2002. Pp. 122–128.
8. Moon facts. <http://space-facts.com/the-moon/> (accessed May 24, 2015).

## Исследование и разработка устройства для измерения больших сопротивлений

Григорьев Михаил Георгиевич, инженер;

Бабич Людмила Николаевна, студент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

**Введение.** Комплекс измерительных задач, решаемых с помощью измерителей параметров, определил широкую номенклатуру этих приборов, области применения, разнообразие схемотехнических и конструктивных решений, особенности применения отдельных приборов с учетом возможностей их измерительных цепей.

Значимое место среди измерителей параметров занимают измерители сопротивлений. Из всех существующих измерительных приборов измерители сопротивлений охватывают самый широкий диапазон измерений (от  $10^{-8}$  до  $10^{18}$  Ом, т. е. 26 порядков). По специфике применения и назначения, а также по особенностям построения схем измерители сопротивлений условно можно разделить на следующие подгруппы [1]:

1. Микро-миллиомметры с диапазоном измерения сопротивлений от  $10^{-8}$  до  $10^3$  Ом;
2. Омметры и мегаомметры с диапазоном измерения от 1 до  $10^9$  Ом;
3. Тераомметры с диапазоном измерения сопротивлений от  $10^5$  до  $10^{18}$  Ом.

Тераомметры позволяют измерять на постоянном токе сопротивления изоляции, объемное и поверхностное сопротивление материалов, сопротивления высокоомных резисторов, а также малые постоянные токи и напряжения.

Также с помощью приборов для измерения больших сопротивлений решаются следующие задачи:

- контроль и разработка линейных компонентов при их производстве;
- осуществление входного контроля на предприятиях, использующих линейные компоненты в качестве покупных изделий;
- проведение измерений при настройке и регулировке узлов и блоков радиоэлектронной аппаратуры, а также при отыскании в ней неисправностей;
- исследование электрических свойств материалов;
- измерение неэлектрических величин (температура, давление и др.) при наличии соответствующих датчиков;
- использование в системах контроля и управления технологическими и производственными процессами.

**Исследование зависимости времени установления показаний.** Для исследования были взяты три метода измерений, которые нашли широкое распространение в практике построения современных приборов, а именно:

- метод измерения сопротивления по методу стабилизированного тока в цепи делителя;
- метод преобразования сопротивления в пропорциональное ему напряжение с помощью ОУ с ООС;
- метод преобразования сопротивления в интервал времени на основе интегратора.



Для данного исследования использовался пакет программ Electronics Workbench 10, предназначенный для моделирования электронных схем и разводки печатных плат.

Рисунок 1 представляет схему измерения сопротивления методом стабилизированного тока с учетом паразитных емкостей. Величина емкости образцового резистора  $R_0$  не менялась ( $C_0 = 1$  пФ), а величина паразитной емкости измеряемого сопротивления  $R_x$  изменялась ( $C_x = 1...10$  пФ). Величины образцового и измеряемого сопротивлений  $10^7$  и  $10^{12}$  Ом соответственно.

На рисунке 2 представлена схема преобразования сопротивления в пропорциональное ему напряжение с помощью ОУ с ООС с учетом паразитных емкостей. Здесь с емкостями поступили так же, как и в предыдущем случае.

На рисунке 3 представлена схема преобразования сопротивления в интервал времени на основе интегратора с учетом паразитной емкости измеряемого сопротивления. Величина самого сопротивления и его паразитной емкости аналогичны предыдущему случаю, емкость интегратора  $C_{И} = 100$  пФ.

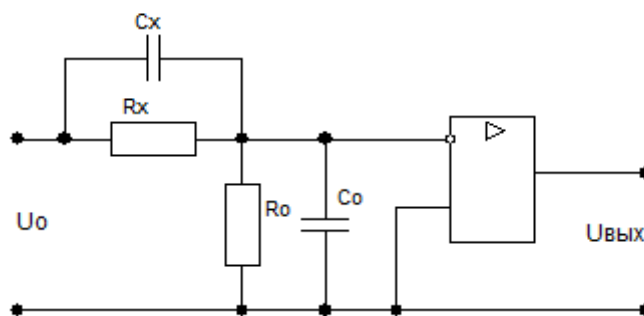


Рис. 1. Схема измерения сопротивления по методу стабилизированного тока с учетом паразитных емкостей

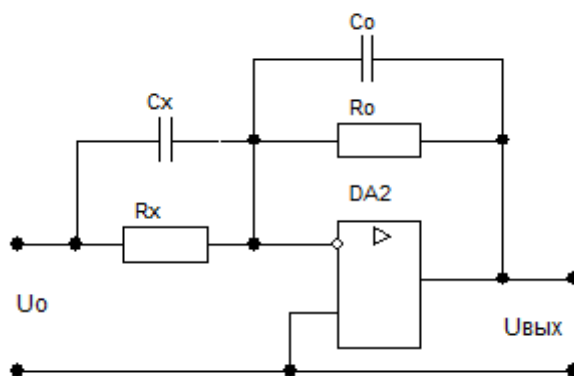


Рис. 2. Схема преобразования сопротивления в пропорциональное ему напряжение с помощью ОУ с ООС с учетом паразитных емкостей

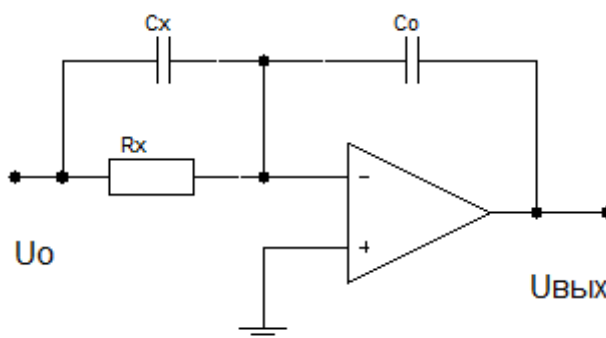


Рис. 3. Схема преобразования сопротивления в интервал времени на основе интегратора с учетом паразитной емкости измеряемого сопротивления

Время интегрирования задали  $t_{инт} = 1$  с и изменяя значение  $C_x$  измерили действительное значение времени, за которое напряжение на выходе интегратора соответствовало рассчитанному значению.

$$U_{ВЫХ} = \frac{U_0 \cdot t_{инт}}{R_x \cdot C_0} = \frac{U_0 \cdot t_{инт}}{\tau} = \frac{100 \cdot 1}{10^{12} \cdot 100 \cdot 10^{-12}} = -1 [В].$$

Затем отняли от полученного значения значение заданного времени интегрирования и полученный результат занесли в таблицу 1.

$$t = t_{РЕАЛ} - t_{инт}$$

На основании полученных данных был построен график зависимости времени установления показаний от величины паразитной емкости, а также поведен прогноз поведения графика при дальнейшем росте паразитной емкости. Это можно увидеть на рисунке 4.

На рисунке 4, 1 — зависимость для схемы измерения сопротивления методом стабилизированного тока, 2 — зависимость для схемы преобразования сопротивления

в интервал времени на основе интегратора, 3 — зависимость для схемы преобразования сопротивления в пропорциональное ему напряжение с помощью ОУ с ООС.

Основываясь на полученных результатах делаем вывод, что из предложенных схем, реализующих метод непосредственной оценки, оптимальными характеристиками обладает схема преобразования сопротивления в интервал времени на основе интегратора и схема преобразования сопротивления в пропорциональное ему напряжение с помощью ОУ с ООС. При фиксированном времени интегрирования первого такта в методе преобразования сопротивления в интервал времени на основе интегратора время установления показаний можно уменьшить.

**Расчет и моделирование принципиальной схемы предлагаемого устройства.** Для разработки принципиальной схемы, изображенной на рисунке 5, был выбран пакет PROTEUS VSM.

Продукт представляет собой комплекс схемотехнического моделирования, основанного на базе моделей электронных компонентов PSpice — программе симуляции

Таблица 1. Экспериментальные данные для анализа влияния паразитной емкости на время установления показаний

$C_x$ , пФ	Метод стабилизированного тока в цепи делителя	Метод преобразования сопротивления в напряжение	Метод преобразования сопротивления во время
	t, мкс	t, мкс	t, мкс
1	105	50	80
2	130	51	94
3	192	52	111
4	254	53	124
5	320	54	140
6	383	54	152
7	450	55	160
8	514	55	171
9	577	56	179
10	620	56	190

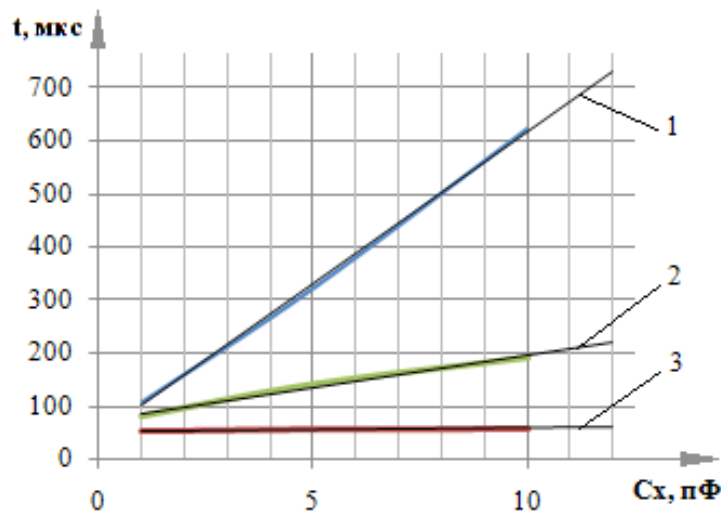


Рис. 4. График зависимости времени установления показаний от величины паразитной емкости

аналоговой и цифровой логики. Основной чертой программы PROTEUS VSM является возможность симулирования работы программируемого оборудования: микропроцессоров, микроконтроллеров, DSP и т. д. Библиотека элементов содержит справочные материалы. Так же, в пакет PROTEUS VSM включена система проектирования печатной платы.

При разработке принципиальной схемы был проведен расчет таймера. Время первого такта интегрирования фиксировано и составляет 1 секунду. Для решения поставленной задачи отлично подходит универсальный таймер 555, представляющий собой устройство для генерации одиночного и повторяющегося импульса со стабильными time-характеристиками. Используется для построения разных генераторов, модуляторов, реле времени, шаговых устройств и прочих узлов цифровой аппаратуры. На примере применения микросхемы-таймера указываются функции восстановления цифрового сигнала, отличного от сигнала в линиях связи, фильтров дребезга, двухпози-

ционных регуляторов в системах авторегулирования, импульсных преобразователей напряжения, устройств широтно-импульсного регулирования, таймеров и др.

В моностабильном (или ждущем) режиме таймер 555 работает как «одноразовый» генератор импульсов. Такой режим характерен для таймеров, делителей частоты, переключателей, сенсорных выключателей, измерителей емкости конденсаторов. Используемая в устройстве схема таймера вырабатывает импульс на третьем выходе таймера каждый раз, когда подается сигнал нажатием на кнопку. Длительность импульса определяется величинами резистора и конденсатора.

Для расчета был выбран таймер LM555, схема включения которого изображена на рисунке 5.

Согласно документации, значение резистора  $R_1 = 10 \text{ кОм}$ , расчет остальных компонентов производится по формуле:

$$t = R_2 C,$$

где  $t$  — длительность выходного сигнала.

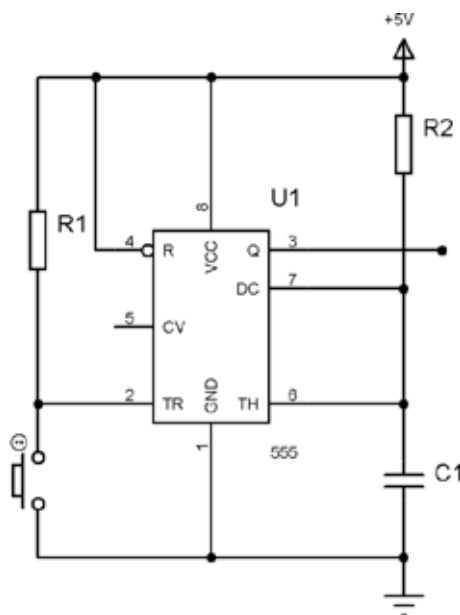


Рис. 5. Принципиальная схема генератора на базе таймера 555

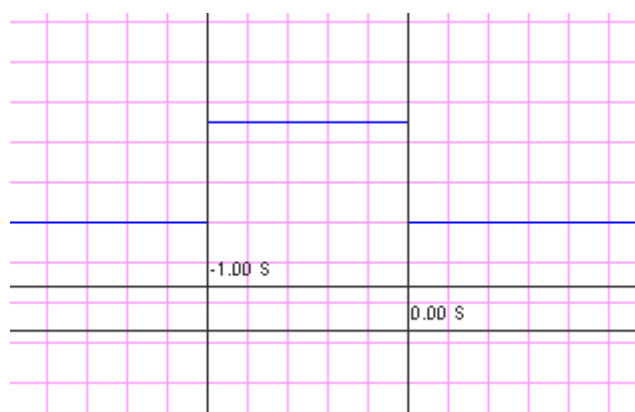


Рис. 6. Сигнал с выхода генератора



## Современное состояние в области вертикального упаковочного оборудования

Гундяева Юлия Алексеевна, студент;

Висков Егор Евгеньевич, студент;

Макеев Павел Владимирович, кандидат технических наук, старший преподаватель  
Тамбовский государственный технический университет

На сегодняшний день существует многочисленное разнообразие упаковочного оборудования. Упаковочное оборудование подразделяется на два типа: вертикальное и горизонтальное. В данной статье будет рассмотрено оборудование вертикального типа, оно имеет значительные плюсы, так как использует самодвижение товара, что значительно упрощает конструкцию станка. Подача объекта и материала, в который он будет запаковываться, совпадает по направлению. Данная конструкция легко позволяет менять дозаторы, что в следствие приводит к широкому выбору фасуемого объекта; позволяет достаточно просто и оперативно делать переналадку; ремонт аппарата также не приносит много хлопот. [1]

Исходя из этих преимуществ можно сказать что вертикальное упаковочное оборудование на сегодняшний день одно из самых распространенных, надежных, а так же простых и удобных в эксплуатации. Оно применяется для упаковывания практически любых продуктов: жидких, твердых, сыпучих, мелкоштучных и т.д. Можно выделить автоматические агрегаты и полуавтоматические. Производительность их полностью зависит от автоматизации, количества потоков, которые измеряют дозу. Чем оно выше, тем будет больше и интенсивность производства.

В зависимости от необходимой производительности выбирается модель, от типа продукта подбирается до-

затор. В итоге происходит упаковка в пакет из пленки необходимого кол-ва продукции, а форма пакета выбирается по желанию заказчика или диктуется типом продукта. При подключении в фасовочно-упаковочный комплекс к оборудованию для упаковки, помимо дозаторов, подключаются платформы обслуживания, конвейерные ленты или транспортеры. [2]

В России многие фирмы занимаются производством упаковочного оборудования. Далее мы рассмотрим вертикальное упаковочное оборудование фирмы «ПВ ПАК» и компании PFM Group.

Фирма «ПВ ПАК» использует новейшие технологии и системы автоматизированного управления процессами взвешивания и дозирования гарантируют одновременно максимальное быстродействие и точность.

Фирма «ПВ ПАК» производит аппараты следующих моделей:

### Фасовочно-упаковочный аппарат SK-K80C/60

Фасовочно-упаковочный аппарат SK-K80C/60 предназначен для фасовки сыпучих и гранулированных продуктов в упаковку типа sashet, формируемую из полипропиленовой пленки. При этом формируется 3-х или 4-х шовный пакет. Идеально подходит для фасовки сухого молока, муки, талька, пудры, чая для похудения и других пылящих продуктов.



Рис. 1. Фасовочно-упаковочный аппарат SK-K80C/60

### Полуавтоматический фасовочный аппарат модели SK-160B

Полуавтоматический фасовочный аппарат SK-160B предназначен для фасовки и упаковки в пакеты «флоу-пак» из термосвариваемой пленки. Аппарат снабжен шаговым подающим транспортером с ковшами. Данное упаковочное оборудование может фасовать и упаковывать такие продукты как, семечки, мелкие гранулы, приправы, сахар.

### Вертикальная упаковочная машина BR-600

Упаковочный автомат BR-600 предназначен для упаковки сухих сыпучих и замороженных продуктов: макаронных и кондитерских изделий, круп, конфет, замороженных овощей,пельменей и пр. — в пакеты из термосвариваемых материалов. [3]

Компания PFM Group (ПФМ Групп) с 1964 года занимается разработкой и производством упаковочного оборудования для изготовления гибкой упаковки типа «флоу-пак» и является, таким образом, одним из старейших предприятий в своей отрасли.

Благодаря четкому управляющему менеджменту, креативному подходу к управлению, постоянному совершенствованию технологий упаковочного оборудования группа компаний PFM стала крупнейшим производственным холдингом, который объединяет несколько фабрик в Италии, сборочные производства в Англии и Канаде.



Рис. 2. Полуавтоматический фасовочный аппарат модели SK-160B

Рассмотрим несколько моделей вертикального упаковочного оборудования компании PFM Group.

### PFM COMET

Высокоскоростная вертикальная упаковочная машина модели COMET («Комет») концерна PFM Group предназначена для производства герметичных трехшовных упаковок типа подушка из рулона термосвариваемой пленки.

Модель PFM COMET — упаковочное оборудование нового поколения. Выражение высочайшего уровня технологического развития PFM в области производства вертикальных упаковочных машин.

Специально разработана для высокоскоростной упаковки при непрерывном ротационном движении сварочного узла. Новое поколение сварочной системы Long Dwell позволяет производить абсолютно герметичные упаковки на высоких скоростях.

### PFM Vetta

Вертикальная упаковочная машина мод. Vetta («Ветта») предназначена для производства абсолютно герметичных упаковок из рулона термосвариваемой пленки.

Исключительная гибкость. Позволяет производить различные типы пакетов (до 28 видов), от стандартных форматов подушка до пакетов «Open& Reclose» с устойчивым дном типа дой-пак и возможностью многократного закрывания клапана, клейкой лентой, zip-молнией, пакетов с 4 проваренными гранями и др. [4]



Рис. 3. Вертикальная упаковочная машина BR-600



Рис. 4. Вертикальная упаковочная машина PFM COMET



Рис. 5. Вертикальная упаковочная машина PFM Vetta

Литература:

1. Оборудование для переработки пластмасс: справочное пособие/под ред. В.К. Завгороднего. — М.: Машиностроение, 1976. — 407 с.
2. <http://iset-e.ru/katalog/upakovочное-oborudovanie.html>
3. <http://pvpak.ru/>
4. <http://pfmrussia.ru/>
5. Шашков, И.В. Валковое оборудование и технология процесса непрерывной переработки отходов пленочных термопластов. Автореф. дисс. на соискание уч. степ. канд. техн. наук по спец. 05.02.13: Тамбов, 2005. 16 с.

6. Вторичная переработка полимерных материалов на вальцах/И.В. Шашков, А.С. Клинков, М.В. Соколов, Д.Л. Полушкин // Полимеры в строительстве: Тез. докл. — Казань, 2004. — с. 111.
7. Технология получения полимерпесчаной черепицы из отходов термопластов/С.П. Хрущев, И.В. Шашков, А.С. Клинков, П.С. Беляев // Полимеры в строительстве: Тез. докл. — Казань, 2004. — с. 110.
8. Утилизация полимерной тары и упаковки (Учебное пособие) Клинков А.С., Беляев П.С., Соколов М.В., Шашков И.В., Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. 64 с.

## Современное состояние в области выдувного оборудования для переработки полимеров

Гундяева Юлия Алексеевна, студент;  
Висков Егор Евгеньевич, студент;  
Шашков Иван Владимирович, кандидат технических наук, доцент  
Тамбовский государственный технический университет

В настоящее время активно развивается отрасль переработки полимеров. Около 40% полимеров перерабатывается на нужды упаковочной индустрии. [1]

Одним из самых распространенных способов производства тары является выдувное формование. Формование полых пластиковых изделий нашло широкое применение в производстве упаковочной тары и контейнеров для самых разных направлений пищевой, косметической, фармацевтической и нефтехимической отраслей. Однако очевидные преимущества технологии выдувного формования позволили использовать ее и для нужд медицины, автомобилестроения и авиационно-космической промышленности. [2]

Из самых различных полимерных материалов — ПЭВП, ПЭНП, ПЭТ, ПП, ПС, ПК и пр. — в настоящее время изготавливаются разнообразные по форме и функциональному назначению упаковочные изделия: бутылки, бутылки, баночки, канистры, флаконы. На современном оборудовании можно получать емкости, стенку которых могут составлять до 6 слоев различных полимерных материалов. [3]

Далее рассмотрим некоторые типы современного выдувного оборудования.

### АПФ-6004 и АПФ-3002

Новые инновационные выдувные аппараты АПФ-6004 и АПФ-3002 изготавливает 1500 бутылок/час с одного места выдувной формы, а также соответствует нормам и директивам европейского стандарта качества СЕ, и требованиям пищевой промышленности НАССР.

Производит бутылки объемом 0,25–2,0 л.

Данные модели имеет ряд конструктивных решений, что позволяет добиваться поставленной производительности и качества формируемой тары:

— уникальная запатентованная система смыкания выдувной формы не имеющая аналогов в мире, позволяет значительно уменьшить временной цикл формования бутылки, и тем самым гарантировать высокую производительность автомата;

— в логический контроллер австрийской компании V&R внедрена автоматическая система контроля и регулировки температур с обратной связью через сенсор торговой марки Omron (Япония);



Рис. 1. АПФ-6004





Рис. 2. АПФ-3002

— конструктивный концепт выдувного автомата позволяет с минимальным временем на переналадку использовать большое количество комплектов выдувных форм для производства широкого спектра ПЭТ-бутылок на одной машине;

— система рекуперации с повторным использованием сжатого воздуха из магистрали высокого давления в системе управления механизмами позволяет экономить до 25 % затрат на компрессорное оборудование;

— система интенсивного нагрева преформы, состоящая из модулей инфракрасных ламп с рефлектором мощностью 2000 и 1000 Вт, 8-ми зонным регулированием температуры, где каждая из восьми зон трех модулей имеет возможность независимого отключения для выдува ассиметричных бутылок сложной формы с нестандартным рельефом поверхности;

— инновационная система принудительного воздушного охлаждения позволяет равномерно распределить температуру с внешней стенки преформы во внутреннюю, что нивелирует процент брака;

— усовершенствованная система загрузки преформы в печь, исключая ее неправильную ориентацию и заклинивание;

— для модели АПФ-6004 использован сервопривод в механизме переноса разогретой преформы в выдувную форму;

— для каждого гнезда выдува использован отдельный блок клапанов;

— дополнительные тонкие регулировки процесса выдува, включающие изменение скорости растяжного штока;

— использование полиуретанов и эластомеров с улучшенными эксплуатационными характеристиками;

— сложные высокоэффективные системы охлаждения выдувных форм обеспечены использованием компонентов компании D—M—E (США-Бельгия);

— ориентатор с узлом возврата в бункер несориентированной ПЭТ-преформы;

— все открытые части оборудования защищены кожухом или элементами облицовки из оргстекла согласно европейским стандартам пищевой промышленности НАССР;

— компактные габаритные размеры.

#### **УПФ-30**

Компания ПЭТ Технолоджис выпустила новинку в своем модельном ряду — полуавтоматическую уста-



Рис. 3. УПФ-30



Рис. 4. АПФ-4 HotFill

новку марки УПФ-30 для формования ПЭТ-бутылок объемом 10,0–40,0 л, производительностью — 60 бут. 30 л/час.

Имеет возможность выдувать тару больших объемов. Может стать выгодным предложением для производителей пива — так как имеет возможность выдувать кеги из полиэтилентерефталата (ПЭТ-кеги).

Применяется для производства тары под различную продукцию:

- минеральных и сладких вод;
- пива;
- растительных масел;
- косметики и бытовой химии;
- и других продуктов.

#### **АПФ-4 HotFill**

Данная модель выдувного автомата разработана и оснащена для получения термостойких бутылок (температура продукта +82–850С). Основными особенностями таких машин является работа с более вязким ПЭТ-материалом, применение тяжеловесных преформ и пневмоформование бутылок в разогретой выдувной форме.

— используется четырехрядная печь подогрева преформ, чем обеспечивается равномерный прогрев ПЭТ-материала по толщине без увеличения энергопотребления изделия;

— преформа находится в печи резьбовой частью вниз, что предотвращает ее перегрев за счет естественной кон-

векции воздуха и, как следствие, — отсутствие деформации;

— специальные инфракрасные лампы для качественного разогрева ПЭТ-преформ;

— для снятия остаточных напряжений материала при пневмоформовании используется подогрев выдувных форм путем циркуляции горячего масла через специальные каналы;

— в подвижных частях механизма смыкания выдувных форм предусмотрены изолирующие водяные рубашки, предохраняющие точные механизмы от тепловых воздействий;

— система программного логического управления австрийской компании V&R для задания режимов работы и диагностики оборудования;

— для каждого гнезда выдува использован отдельный блок клапанов;

— все открытые части машины закрыты металлическим кожухом либо элементами облицовки из оргстекла согласно европейским стандартам пищевой промышленности НАССР. [4]

Так как выдувное формование является одним из самых перспективных способов переработки полимеров, то и производство оборудования для него не стоит на месте. С каждым годом в производство внедряется все более инновационное оборудование, что позволяет и дальше развивать данную отрасль.

#### Литература:

1. [http://hromax.ru/pererabotka\\_polimernyih\\_othodov.html](http://hromax.ru/pererabotka_polimernyih_othodov.html)
2. Оборудование для переработки пластмасс: справочное пособие/под ред. В.К. Завгороднего. — М.: Машиностроение, 1976. — 407 с.
3. <http://stanko-produkt.ru.html>
4. <http://pet-eu.com/pages/ru/first.html>

## Технология захвата синхронизации для UWB сетей

Дедух Ярослав Станиславович, магистрант  
Киевский политехнический институт (Украина)

*UWB — это высокая скорость передачи данных, высокая производительность, низкая стоимость, низкое энергопотребление, но также и ряд ограничений при использовании несинусоидальных импульсных сигналов для передачи высокоскоростного потока данных. Принимая во внимание характеристики UWB, предлагаются адаптивные алгоритмы захвата синхронизации, которые преодолевают недостатки канала с многолучевым распространением, достигают более быстрого захвата сигнала синхронизации и доступа к информации синхронизации.*

**Ключевые слова:** UWB; адаптивный; синхронный захват

### Введение

UWB (англ. Ultra-Wide Band, сверхширокая полоса) является беспроводной технологией связи, которая использует несинусоидальные короткие импульсы для передачи данных [1][2][3]. UWB, будучи цифровой системой радиосвязи, должна отвечать требованиям цифровой связи, то есть, обеспечивать согласованность в процессе приема частоты и фазы сигнала. При использовании сверхширокополосных импульсных радиосигналов IR-UWB (Impulse Radio Ultra Wide Bend), синхронизация — потенциально «узкое место» и, особенно, для системной производительности в системах асинхронной пакетной коммутацией по двум причинам. Во-первых, принимаемая мощность сигнала низка, что вынуждает систему захвата использовать большое время его накопления с целью принятия статистически достоверного решения о захвате сигнала. Во-вторых, чрезвычайно короткие длительности импульсов сигнала приводят к необходимости установления очень высокой временной точности совпадения импульсов принятого сигнала с импульсами опорной последовательности. С учетом того, что сигнал имеет достаточно большую среднюю скважность, необходим просмотр большого количества возможных относительных сдвигов опорной последовательности по отношению к возможному принимаемому во временной области. Поэтому система захвата вынуждена обрабатывать сигналы за длинные периоды времени перед получением надежной оценки окончательного выбора фазы опорной последовательности. Именно время захвата синхронизации в большинстве случаев является определяющим эффективностью системы. Также существенные сложности при реализации процесса синхронизации создает многолучевость распространения радиосигнала в условиях наземной радиосвязи. Хотя UWB-сигналы позволяют эффективно разделять копии сигналов с разной задержкой, т. е. пришедших к приемнику различными путями, при поиске сигнала может происходить захват более слабой его копии, что приводит к снижению надежности связи и меньшей достоверности приема по сравнению с возможной [4]. Для того, чтобы частично решить вышеперечисленные проблемы, в данной работе предлагается новый алгоритм адаптивного захвата синхронизации.

### Процесс захвата синхронизации

Для поиска и удержания синхронизации, а также определения временных границ информационного бита в приемнике существует схема синхронизации, управляющая временным сдвигом опорной последовательности и подающая напряжение на пороговое устройство в конце информационного бита для проверки превышения напряжением порогового уровня, и, затем, сбрасывающая в ноль напряжение на интеграторе.

Принимаемый сигнал поступает на коррелятор в случайное время, поэтому копия передаваемого сигнала имеет по отношению к сигналу произвольный временной сдвиг. На приемной стороне схема синхронизации меняет величину временного сдвига путем относительного небольшого отклонения частоты опорной последовательности по отношению к частоте принимаемого сигнала. Этот процесс называется поиском синхронизации. Длительность процесса поиска определяется как начальным случайным временным сдвигом между принимаемым и опорным сигналами, так и скоростью изменения управляемой задержки опорного сигнала. В определенный момент времени взаимная задержка становится равной нулю. В этот момент формы принимаемого и опорного сигналов совпадают, на выходе появляется напряжение, пропорциональное их произведению, и начинается накопление энергии сигнала в корреляторе. В конце сигнала на выходе коррелятора накапливается напряжение, пропорциональное суммарной энергии сигнала за время его длительности. Если за время длительности сигнала значение временного сдвига остается равным нулю, то к моменту окончания сигнала напряжение на выходе коррелятора достигнет максимума — так называемого корреляционного пика. С выхода интегратора коррелятора напряжение подается на пороговое устройство, которое выполняет роль устройства, решающего дилемму «был ли принят сигнал или нет». Если значение корреляционного пика превышает установленный

порог срабатывания, то считается, что произошел захват синхронизации и переданный сигнал принят. Срабатывание порогового устройства является управляющим сигналом для второго этапа синхронизации — ее удержания. Процесс удержания синхронизации состоит в отключении устройства, быстро изменяющего временной сдвиг, и переключение этого устройства в режим медленного изменения величины задержки в небольших пределах для поиска максимума корреляционной функции, обеспечивающей наилучшее возможное соотношение сигнал-шум, т. е. качество приема.

Как говорилось выше, что именно время захвата синхронизации в большинстве случаев является определяющим эффективностью системы, по этому ниже предлагается адаптивный алгоритм захвата синхронизации, применение которого сокращает время обнаружения увеличивая при этом вероятность обнаружения [4].

**Адаптивный алгоритм захвата синхронизации**

**Грубый алгоритм захвата синхронизации.** В этой статье описываются адаптивные алгоритмы захвата синхронизации. Далее информация более детальная, принимаемый сигнал записывается как  $T_p(t)$  [5], сигналы корреляционной обработки записываются как  $T_f$ .

$$T_p(t) = \sqrt{E_p} \sum_{i=0}^{+\infty} \sum_{j=0}^{N_f-1} q_j a_j p(t - iT_f - jT_c - T_0) + n(t) = \sqrt{E_p} \sum_{i=0}^{+\infty} \sum_{j=0}^{N_f-1} q_j a_j p(t - (iN_c + j - T)T_c) + n(t) \tag{1}$$

$$T_f = N_c T_c = 2^N T_c \tag{2}$$

Алгоритм захвата делится на два типа: грубый и мягкий. Первый выполняет процесс захвата грубо, достаточно быстро выполняет поиск, создает два локальных шаблона сигнала связанных с принимаемым сигналом. После того, как результат сравнения получен, диапазон поиска уменьшается до половины первоначального, и алгоритм продолжает дальше манипулировать локальным сигналом для сужения поиска. В основе грубого захвата синхронизации, с помощью последовательного метода поиска, захватываются многолучевые компоненты, определяется величина диаметра и полярности.

$$r^2_p(t) = E_p \sum_{i=0}^{+\infty} \sum_{j=0}^{N_f-1} a^2_j p^2(t - (iN_c + j + T)T_c) + 2\sqrt{E_p} \sum_{i=0}^{+\infty} \sum_{j=0}^{N_f-1} q_j a_j p(t - (iN_c + j + T)T_c) n(t) + n^2(t) \tag{3}$$

Возведение полученного сигнала в квадрат производится с целью уменьшения эффектов многолучевости в канале из-за некоторой степени полярности. В то же время, для более полного захвата энергии диаметра, текущие алгоритмы не очевидны, сочетание параметров импульсных сигналов UWB и числа импульсных сигналов может рассматриваться в качестве стандартного комбинированного адаптивного опорного сигнала.

$$r_{i1}(t) = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{2^{M-i}-1} p(t - kT_f - \sum_{n=0}^i \frac{(R_{(n-1)0} < R_{(n-1)1})T_f}{2^{n-1}} - \tau_1), 1 < i < M \tag{4}$$

$$r_{i2}(t) = r_{i1}(t - T_f / 2^i) = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{2^{M-i}-1} p(t - kT_f - \sum_{n=0}^i \frac{(R_{(n-1)0} < R_{(n-1)1})T_f}{2^{n-1}} - T_f / 2^i - \tau_1), 1 < i < M \tag{5}$$

Где  $N$  — это длина сигнала интегрального количества кадров;  $2^{M-i}$  — это количество импульсов во время интеграции;  $\sum_{n=0}^i \frac{(R_{(n-1)0} < R_{(n-1)1})T_f}{2^{n-1}}$  — результат предыдущей интеграции нынешнего сигнала обратной связи;  $\tau_1$  — это постоянная времени.

Из уравнений (4) и (5) следует:

$$\left(\sum_{n=0}^i \frac{(R_{(n-1)0} < R_{(n-1)1})T_f}{2^{n-1}} - \tau_1\right)_\lambda = \left(\sum_{n=0}^i \frac{(R_{(n-1)0} < R_{(n-1)1})T_f}{2^{n-1}} - \tau_1\right)_{\lambda-1} + \sum_{n=0}^i \frac{(R_{(n-1)0} < R_{(n-1)1})T_f}{2^{n-1}} \tag{6}$$

$$(R_{(n-1)0} < R_{(n-1)1}) = \begin{cases} 1 & (R_{(n-1)0} < R_{(n-1)1}) \\ 0 & (R_{(n-1)0} \geq R_{(n-1)1}) \end{cases} \tag{7}$$

$$R_{(n-1)0} = \frac{1}{N} \int_0^{NT_f} r^2_p(t)_{i1}(t) dt \tag{8}$$

$$R_{(n-1)1} = \frac{1}{N} \int_0^{NT_f} r^2_p(t)_{i2}(t) dt \tag{9}$$

$R_{(n-1)0}, R_{(n-1)1}$  — это  $r_{i1}^2, r_{i2}^2$  и  $r_p^2(t)$  после выхода коррелятора, выражается в двух разных частях диапазона полу-  
 ченной энергии сигнала к значению,  $\sum_{n=0}^i \frac{(R_{(n-1)0} < R_{(n-1)1})T_f}{2^{n-1}}$  является  $i$ -той степенью итерации относительного  
 положения импульса сигнала.

Реализация грубого алгоритма захвата:

(1) Поиск  $T_f$  и определение его значения

$$R_{(n-1)0} = R_{(n-1)1} = 0, \text{ итерации } i=0, \sum_{n=0}^i \frac{(R_{(n-1)0} < R_{(n-1)1})T_f}{2^{n-1}} = 0$$

(2) Итерации  $i=i+1$ , по формуле (4) и (5). Выводятся формулы (8) и (9), область поиска делится на секции А и В, а затем за счет оценки значения  $R_{(n-1)0}, R_{(n-1)1}$  определяется интервал, в котором домен поиска, время поиска может быть уменьшено в два раза;

(3) Если общее число итераций  $i$  меньше, чем итераций грубой синхронизации, делается возвращение к шагу (2);

(4) Когда общее число итераций  $i$  не меньше, чем итераций грубой синхронизации  $i_c$ , находится текущий интервал  $X$  и определяется успешность выполнения грубого захвата синхронизации.

**Мягкий алгоритм захвата синхронизации.** Когда грубый захват синхронизации завершен, нужно получить иско-  
 мый интервал  $X$  для выполнения синхронизации, это и является результатом захвата. Из-за многолучевости, грубый  
 захват синхронизации будет искать несколько сигналов синхронизации в этих пределах. Поэтому, нужно добавить  
 параметр синхронизации, чтобы убедиться, что энергия сигнала, полученная из соответствующего канала, выше, чем  
 $u$ . Предполагается, что интервал поиска имеет следующее значение:

$$R_g = \{p : D(p) \geq u\} \tag{10}$$

$D(p)$  является пороговым значением сигнала при  $P$ . Производится вычисление корреляционной функции между  
 принимаемой смесью сигнала и шума и копией принимаемого сигнала (опорным сигналом). И в случае превышения  
 порогового значения поиск прекращается. После поиска совокупности  $\{p_i : D(p_i)\}$ ,  $p_i$  является показателем задержки,  
 а  $D(p_i)$  — относительным показателем энергии  $i$ -канала. Таким образом захватывается энергия самого мощного  
 сигнала в условиях многолучевого канала для последующей его оценки.

После определения уравнений для создания алгоритма захвата, учитывая что измеренные данные могут содержать  
 ошибки, нужно определить, которое из них делает процесс захвата синхронизации более длительным и как это испра-  
 вить?

Припустим, что  $Ax=b$  (11)

(1) Допустим, что сдвиг  $b$  —  $\delta b$ ,  $x$  —  $\delta x$ . Тогда уравнение (11) можно заменить следующим:

$$A(x + \delta x) = b + \delta b \tag{12}$$

Тогда исходя из уравнения (11), уравнение (12) можно упростить до следующего:

$$A\delta x = \delta b, \|\delta x\| = \|A^{-1}\delta b\| \leq \|A\|\|\delta b\| \tag{13}$$

Где  $Z$  — длина  $\|A\|_z$ ,

$$\|x\|_z = \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 \right) \text{ и } \|x\| \geq \frac{\|Ax\|}{\|A\|} = \frac{\|b\|}{\|A\|}, \frac{\|\delta x\|}{\|x\|} \leq \frac{\|Ax\|\|\delta b\|}{\|b\|} = \|A\|\|A^{-1}\| \frac{\|\delta b\|}{\|b\|} \tag{14}$$

(2) Сдвиг  $A$  обозначается  $\delta A$ , сдвиг  $x$  —  $\delta x$ . Тогда уравнение (11) можно выразить следующим образом:  
 $(A + \delta A)(x + \delta x) = b$  (15)

Исходя из уравнения (11), уравнение (15) можно упростить следующим образом:  $A\delta x + \delta A(x + \delta x) = 0$  (16)

получим  $\|\delta x\| = \|A^{-1}\delta A(x + \delta x)\| \leq \|A^{-1}\|\|\delta A\|(\|x\| + \|\delta x\|)$  (17)

Где  $\delta A$  — бесконечно малое значение,  $\|A^{-1}\|\|\delta A\| < 1$ , получим  $\frac{\delta x}{x} \leq \frac{\|A^{-1}\|\|\delta A\|}{1 - \|A^{-1}\|\|\delta A\|}$  (18)

$cond(A) \equiv \|A^{-1}\| \|A\|$  является значением  $A$ . Формула (13) определяет:  $\frac{\|\delta x\|}{\|x\|} \leq cond(A) \frac{\|\delta b\|}{\|b\|}$ ; ошибка форму-

лы (18) определяется следующим образом:  $\frac{\|\delta x\|}{\|x\|} \leq \frac{cond(A) \frac{\|\delta A\|}{\|A\|}}{1 - cond(A) \frac{\|\delta A\|}{\|A\|}}$ . Поэтому значение  $cond(A)$  больше

и влияние на сдвиг соответственно больше. С этого следует, что значение  $cond(A)$  должно быть как можно меньшим. После получения  $x$ , ищется значение ошибки  $r$ , чем меньше это значение тем выше точность захвата [5].

**Анализ вероятности обнаружения**

Грубый захват синхронизации: формулу (5) в уравнении (8) можно получить следующим образом:

$$R_{(n-1)}(t) = \frac{1}{N} \int_0^{NT_f} r_p^2(t) r_{i1}^2 dt = \frac{E_p}{N} \int_0^{NT_f} \sum_{i=0}^{+\infty} \sum_{j=0}^{M-1} b_j^2 p^2(iN_n + j + \tau) T_f r_{i1}^2(t) dt$$

$$+ \frac{2\sqrt{E_p}}{N} \int_0^{NT_f} \sum_{i=0}^{+\infty} \sum_{j=0}^{M-1} q_j b_j p(iN_n + j + \tau) T_f n(t) r_{i1}^2(t) dt + \frac{1}{N} \int_0^{NT_f} n^2(t) r_{i1}^2(t) dt$$
(19)

Известная предыдущая итерация для данного сигнала обратной связи  $\sum_{n=0}^i \frac{(R_{(n-1)0} < R_{(n-1)1}) T_f}{2^{n-1}}$  является кратной

$$T_f \sum_{n=0}^i \frac{(R_{(n-1)0} < R_{(n-1)1}) T_f}{2^{n-1}} = A_i T_f$$
(20)

Формула (5), (20) в (19):

$$R(\tau : l, D_p) = \frac{E_p}{N} \int_0^{NT_f} \sum_{i=0}^{+\infty} \sum_{j=0}^{M-1} b_j^2 p^2(t - (iN_n + j + \tau) T_f) \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{2^{M-1}-1} p^2(t - jT_f - j'T'_f - D_p T_f) dt$$

$$= \frac{E_p}{N} \int_0^{NT_f} \sum_{i=0}^{+\infty} \sum_{j=0}^{M-1} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{2^{M-1}-1} b_j^2 p^2(t - (iN_n + j + \tau) T_f) p^2(t - (iN_n + j' + D_p) T_f) dt$$
(21)

Где  $l$  — усиление канала и может быть представлено следующим образом:  $iN_n + j + \tau = lN_n + j' + D_p$  (22)

Более того, формулу (21) можно упростить до следующего вида:  $R(\tau : l, D_p) = E_p Q_p(0) \sum_{j=0}^{M-1} \tau_j(\tau : D_p) b_j^2$  (23)

$0 \leq j \leq M - 1$ ;  $0 \leq \tau \leq N_n - 1$ ;  $0 \leq D_p \leq N_n$ ;  $2M \leq N_n$ .  $Q_p(0)$  равняется  $p^2(t)$ , поэтому

$Q_p(0) = \int_0^\infty p^2(t) p^2(t + u) dt$ . Уравнение можно решить с помощью формулы (19):

$$\sigma^2(\tau : l, D_p) = E \left[ \left( \frac{2\sqrt{E_p}}{N} \int_0^{NT_f} \sum_{i=0}^{+\infty} \sum_{j=0}^{M-1} q_j b_j p(t - (iN_n + j + \tau) T_f) m(t) r_i^2(t) dt \right)^2 \right]$$

$$= \frac{4E_p}{N^2} E \left[ n^2(t) \right] \left( \int_0^{NT_f} \sum_{i=0}^{+\infty} \sum_{j=0}^{M-1} q_j b_j p(t - (iN_n + j + \tau) T_f) r_i^2(t) dt \right) = \frac{2E_p Q_p(0)}{N} \sum_{j=0}^{M-1} \tau_j(\tau : D_p) b_j^2$$
(24)

Где  $m(t)$  является гауссовой случайной величиной. Тогда выходная функция может быть выражена следующим образом:  $Z_p = R(\tau : l, D_p) + m_p$  (25)

Таким образом можно получить следующее:  $Z_{p1} = R(\tau : l, D_p) + m_{p1}$  (26)

$Z_{i2} = R(\tau : l, D_p + 2^{M-p}) + m_{p2}$  (27)

В процессе грубого захвата синхронизации, предполагая, что число итераций равно  $n$ , вероятность того, что сигнал попадает в диапазон после  $m$ , следующая:

$$P_m = \prod_{i,a_i=1} \left[ 1 - O \left( -\frac{u_i}{\sigma_i} \right) \right] \prod_{j,a_j=1} \left( -\frac{u_j}{\sigma_j} \right) \quad (28)$$

В процессе мягкого захвата синхронизации, поскольку используется полный поиск, требуется многократное вычисление значения корреляционной функции. При условии, что дано пороговое значение, средняя вероятность обнаружения будет следующей:

$$P = E \left[ \sum_{n=0}^{2^{m-1}-1} \sum_{i=0}^{2^{n-1}-1} P_m P(\gamma, d_{i,n}, j) | l, j \right] \quad (29)$$

Из уравнения (29) видно, что значение вероятности растет с быстрым ростом отношения импульса сигнала к шуму, и с увеличением числа итераций увеличивается вероятность захвата. Но важно отметить, что вероятность захвата в этой работе базируется использовании канала с многолучевым распространением и это требует достаточного количества итераций для предотвращения потери энергии, что может привести к увеличению количества ошибок. Которое может быть уменьшено за счет кодирования источника путем добавления специальных последовательностей битов. Как результат приемник сможет использовать эти специальные последовательности для коррекции ошибок и уменьшения частоты их появления.

### Результаты моделирования времени захвата

Грубый захват синхронизации: область поиска от  $i=0$ , каждый раз интервал поиска уменьшается до половины значения предыдущего интервала, пока  $i=N_n$ , время поиска при грубом захвате синхронизации:  $T_c=N_nMT_f$ , где  $MT_f$  является интегральным временем.

Мягкий захват синхронизации: с начала поиска области  $T_c$ , количество поисков —  $N_x=R_c/2^{N-n}$ , время поиска при мягком захвате синхронизации:  $T_x=N_xOT_f$ , где  $OT_f$  является интегральным временем.

$$T_z = T_c + T_x = (N_nM + 2^{N-N_n}O)T_f \quad (30)$$

Из формулы (30) видно, что общее время захвата  $T_z$  связано с  $N_n$ ,  $MT_f$ ,  $OT_f$ . В примере  $M$ ,  $O$  введены для улучшения  $SNR$ .

$$N_n = N - \log_2 J = \log_2 N_x - \log_2 J = \log_2 \frac{N_x}{J} \quad (31)$$

Нормированы до того значения, что сдвиг в предсказуемом диапазоне регулирования приведет к минимизации значения ошибки,  $M=1$ ,  $O=1$ , время  $T_f$  здесь не рассматривается. Среднее время интегрирования при  $J$ , случай когда

$$\text{путь может быть рассчитан: } T_{pj}(J) = N_n + 2^{N-N_n} = \log_2 \frac{N_x}{J} + J \quad (32)$$

Можно, в то время и при тех условиях, рассчитать среднее время захвата для других известных алгоритмов и провести сравнение результатов.

$$\text{Среднее время захвата для традиционного линейного алгоритма: } T_{pj}(J) = \frac{(N_n - J)^2 + (3N_n - J)}{2N_n} \quad (33)$$

$$\text{Среднее время захвата для алгоритма чередования битов определяет: } T_{pj}(J) = \frac{1}{2} \left( \frac{N_n}{J} + 1 \right) \quad (34)$$

Среднее время захвата для алгоритма случайного захвата определяет:

$$T_{pj}(J) = \frac{N_n}{J} \quad (35)$$

$$\text{Среднее время захвата для алгоритма случайного замещения определяет: } T_{pj}(J) = \frac{N_n + 1}{J + 1} \quad (36)$$

На Рисунке 1 представлены пять видов различных алгоритмов захвата и зависимость среднего времени захвата от количества итераций. С рисунка видно, что адаптивный алгоритм захвата синхронизации по сравнению с другими четырьмя видами, с возрастанием числа итераций имеет все меньшее среднее время захвата. На рисунке 2 для большей наглядности построена зависимость среднего времени от нормированного количества итераций. С рисунков отчетливо

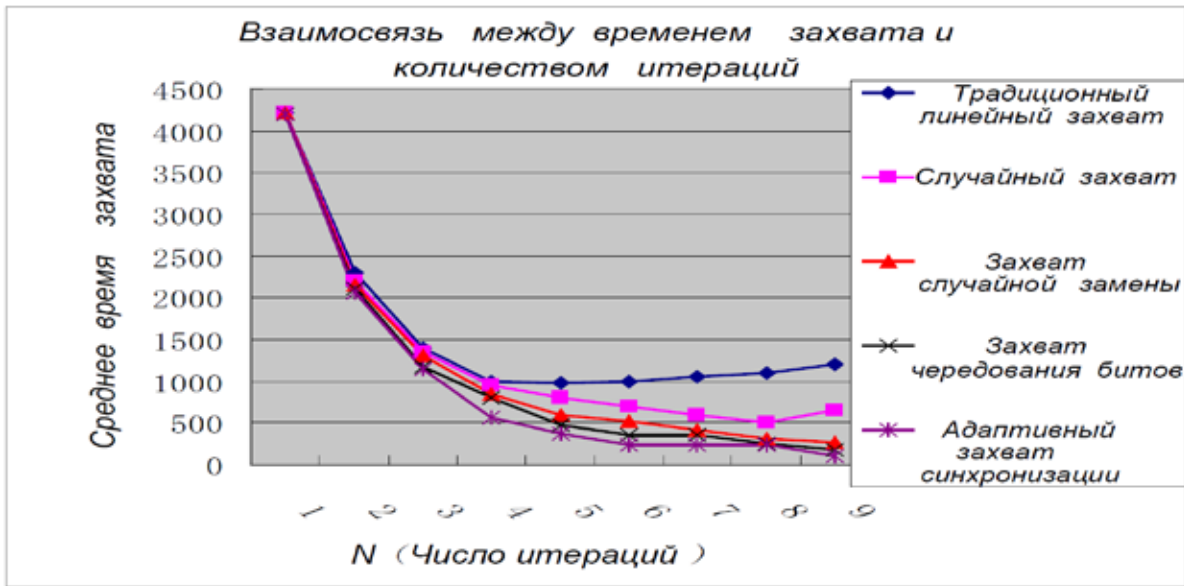


Рис. 1. Взаимосвязь с временем обнаружения

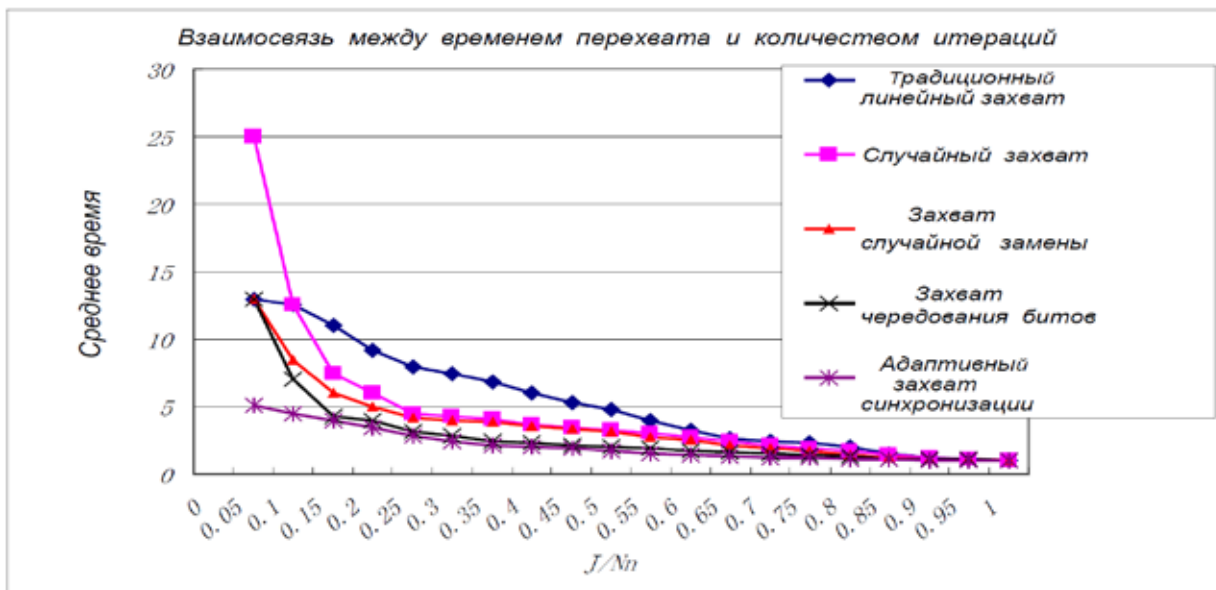


Рис. 2. Зависимость среднего времени от нормированного количества итераций

видно, что предложенный адаптивный алгоритм захвата синхронизации имеет большое преимущество по сравнению с другими алгоритмами.

**Заключение**

Многолучевость, синхронизация UWB — достаточно сложная тема. В данной статье представлен алгоритм адаптивной синхронизации, который преодолевает недостатки канала с многолучевым распространением, способный быстро захватить сигнал и получить необходимую информацию для синхронизации. На данный момент, технологию захвата синхронизации изучали уже много исследователей, но предложенный алгоритм, по сравнению с другими известными алгоритмами, имеет преимущество в среднем времени захвата и оценке канала.



Литература:

1. Jeongwoo Han, Cam Nguyen, A new ultra-wideband, ultra-short monocycle pulse generator with reduced ringing, IEEE Microwave and Wireless Components Letters, Volume: 12, Issue: 6, 2002, pp. 10–20.
2. W.M. Lovelace, J. K. Townsend, The effects of timing jitter on the Performance of impulse radio [J], IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Volume:20, 2002, pp. 9.
3. Z. Tian, G.B. Giannakis. BER, Sensitivity to mistiming correlation based UWB receivers, Proceedings IEEE Globecom Conference, San Francisco, 2003, pp. 9–17.
4. Бунин, С.Г., Войтер А. П., Ильченко М. Е., Романюк В. А. Самоорганизующиеся радиосети со сверхширокополосными сигналами. — К.: НПП «Издательство «Наукова думка» НАН Украины». — 2012—444 с.: ил.
5. Qinyang Li Nengchao Wang Dayi Yi Numerical Analysis Publisher: Tsinghua University Press 2008, pp. 191–197.

## Террадинамика почвообрабатывающих машин

Джабборов Нозим Исмоилович, доктор технических наук, профессор;  
Федькин Денис Сергеевич, кандидат технических наук

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (г. Санкт-Петербург)

*На основе исследований особенностей функционирования почвообрабатывающих рабочих органов и машин авторами предложены новые понятия — террадинамика, которая в полном смысле может быть признана как новый раздел науки о почвообработке и — коэффициент террадинамического сопротивления. Изложены новые математические модели для определения коэффициента террадинамического сопротивления, тягового сопротивления одного динамичного почвообрабатывающего рабочего органа и почвообрабатывающей машины. Приведены технико-технологические мероприятия по улучшению показателей эффективности и качества работы почвообрабатывающих машин при использовании динамичных рабочих органов.*

**Ключевые слова:** обработка почвы, почвообрабатывающие машины, почвообрабатывающий рабочий орган, динамические характеристики, террадинамика, коэффициент террадинамического сопротивления, динамичные рабочие органы, твердость почвы, скорость движения.

Анализ исследований, в том числе [1–15] показывает, что удельное сопротивление отдельно взятого рабочего органа и в целом почвообрабатывающей машины зависит от следующих параметров:

- глубина обработки почвы;
- твердость почвы;
- плотность почвы;
- угол атаки рабочих органов;
- угол крошения рабочих органов;
- скорость движения почвообрабатывающей машины;
- площадь фронтальной проекции рабочих органов почвообрабатывающей машины при заданной глубине обработки почвы;
- ширина захвата одного рабочего органа;
- ширина захвата почвообрабатывающей машины.

Из вышеперечисленных 9 параметров всего 2 параметра, то есть глубина обработки почвы и скорость движения почвообрабатывающей машины, являются управляемыми. То есть, в настоящее время в почвообрабатывающих машинах используют рабочие органы с фиксированными значениями динамических характеристик. В связи с этим, для управления качеством обработки почвы оператор почвообрабатывающего агрегата вынужден, в зависи-

мости от физико-механических свойств почвы, может изменять в допустимых пределах только скоростной режим работы и глубину хода рабочих органов.

Для повышения энергоэффективности технологических процессов обработки почвы необходимо создать рабочие органы и машины с изменяющимися (управляемыми) динамическими характеристиками, обеспечивающими высокое качество работы. Это возможно при автоматизированном изменении (управлении) углов атаки и крошения, ширины захвата рабочих органов в допустимых пределах, а также площади фронтальной проекции рабочих органов почвообрабатывающей машины при заданной глубине обработки почвы.

Следует отметить, что в аэродинамике (или газодинамике) и гидродинамике физико-механические свойства воздуха (или газа) и жидкости практически не меняются, и при этом основным критерием оценки является качества функционирования объекта (например, самолета, автомобиля или насоса).

При работе почвообрабатывающих агрегатов динамические процессы приобретают более сложный характер. При обработке почвы необходимо обеспечить изменение физико-механических характеристик обрабатываемого материала, то есть почвы, вместе с тем необходимо сохра-

нить основные показатели надежности и качества функционирования почвообрабатывающих агрегатов.

В связи с вышеизложенными особенностями почвообрабатывающих рабочих органов и машин нами вводятся новые понятия террадинамика и коэффициент террадинамического сопротивления. Террадинамика в полном смысле может быть признан как новый раздел в теории обработки почвы, как основа для разработки динамических рабочих органов.

**Террадинамика** (терра — от лат. terra — земля, почва, и динамика — от греч. δύναμις — сила, мощь, скорость): — новый раздел в теории обработки почвы, в котором изучаются законы движения почвы и силы, возникающие на поверхности деталей почвообрабатывающих машин, относительно которых происходит ее движение. Одна из основных задач террадинамики — обеспечить проектные разработки почвообрабатывающих машин методами расчета действующих на них террадинамических сил. В процессе проектирования почвообрабатывающих рабочих органов и машин для определения их динамических свойств производится террадинамический расчет, в результате которого находят максимальную и минимальную скорости, в пределах которых обеспечивается наилучшее качество обработки почвы. Террадинамический расчет позволяет создать новые машины с изменяемыми динамическими характеристиками рабочих органов, обеспечивающими наилучшее качество обработки почвы на достаточно высоких скоростях, с целью достижения высокой производительности почвообрабатывающих агрегатов.

Другими словами **террадинамика** — учение о сопротивлении почвы при движении почвообрабатывающих рабочих органов и машин.

**Коэффициент террадинамического сопротивления**  $K_d$  учитывает обтекаемость рабочих органов; Коэффициент  $K_d$  зависит от формы, качества поверхности рабочего органа и твердости (плотности) почвы.

**Принцип учета террадинамического сопротивления** основан на разработку энергоэффективных рабочих органов и почвообрабатывающих машин с изменяемыми динамическими характеристиками с учетом коэффициента террадинамического сопротивления и нестабильности силовых характеристик при контактном взаимодействии рабочих поверхностей с почвой.

Оптимизация коэффициента террадинамического сопротивления  $K_d$  должна быть произведена по критериям минимума потребной мощности  $N_{\Pi} \rightarrow \min$ , необходимой для преодоления террадинамического сопротивления, и агротехническим показателям качества работы почвообрабатывающих машин.

В настоящее время в почвообрабатывающих машинах используются рабочие органы с фиксированными геометрическими размерами, то есть в таких рабочих органах площадь фронтальной проекции остается постоянным.

Динамические характеристики таких рабочих органов меняются в зависимости от скоростных режимов их ра-

боты и физико-механических характеристик обрабатываемой среды, то есть почвы.

Предполагается, что если создать рабочие органы с изменяемой геометрией, при этом в допустимых пределах можно кратковременно уменьшить площадь фронтальной проекции с целью уменьшения сопротивления почвы. Автоматическое уменьшение площади фронтальной проекции рабочего органа происходит при его встрече с наиболее твердым (плотным) слоем почвы. Уменьшение площади фронтальной проекции рабочего органа будет кратковременным, так как твердость (плотность) почвы в разрезе обрабатываемых полей имеет случайный характер и изменяется в достаточно широких пределах.

Автоматическое изменение геометрии, и соответственно, площади фронтальной проекции рабочего органа, обеспечивает особенность его конструкции.

На рисунке 1 представлена схема к определению площади фронтальной проекции почвообрабатывающего рабочего органа с изменяемой геометрией.

В производственных условиях одним из основных факторов колебания тягового сопротивления машин (рисунок 2) и рабочих органов является изменчивый характер твердости (плотности) почвы.

При встрече почвообрабатывающего рабочего органа с изменяемой геометрией с твердым слоем почвы происходит кратковременное уменьшение площади его фронтальной проекции (рисунок 1), что позволяет ему с меньшим сопротивлением  $\bar{P}_2$  (рисунок 2) проходить твердый слой по сравнению с сопротивлением  $\bar{P}_1$  стандартных рабочих органов с постоянной площадью фронтальной проекции.

Использование таких рабочих органов с изменяемой геометрией в принципе обеспечивает уменьшению среднего значения тягового сопротивления от почвы  $\bar{P}_1$  до  $\bar{P}_2$ , на величину  $\Delta\bar{P} = \bar{P}_1 - \bar{P}_2$ , среднего квадратического отклонения тягового сопротивления от  $\sigma_{P1}$  до  $\sigma_{P2}$ . Соответственно при этом размах колебаний нагрузки уменьшается от  $\pm 3\sigma_{P1}$  до  $\pm 3\sigma_{P2}$ .

Кратковременное уменьшение площади фронтальной проекции в определенных пределах позволяет снизить коэффициент вариации  $V_P$  тягового сопротивления рабочего органа и в целом почвообрабатывающей машины, который прямо пропорционален среднему квадратическому отклонению  $\sigma_P$ .

В конечном счете, уменьшение значений среднеквадратического отклонения  $\sigma_P$  и коэффициента вариации  $V_P$  тягового сопротивления позволяет улучшить энергетические и технико-экономические показатели работы почвообрабатывающих машин.

Для определения коэффициента террадинамического сопротивления  $K_d$ , тягового сопротивления  $R_{po}$  одного

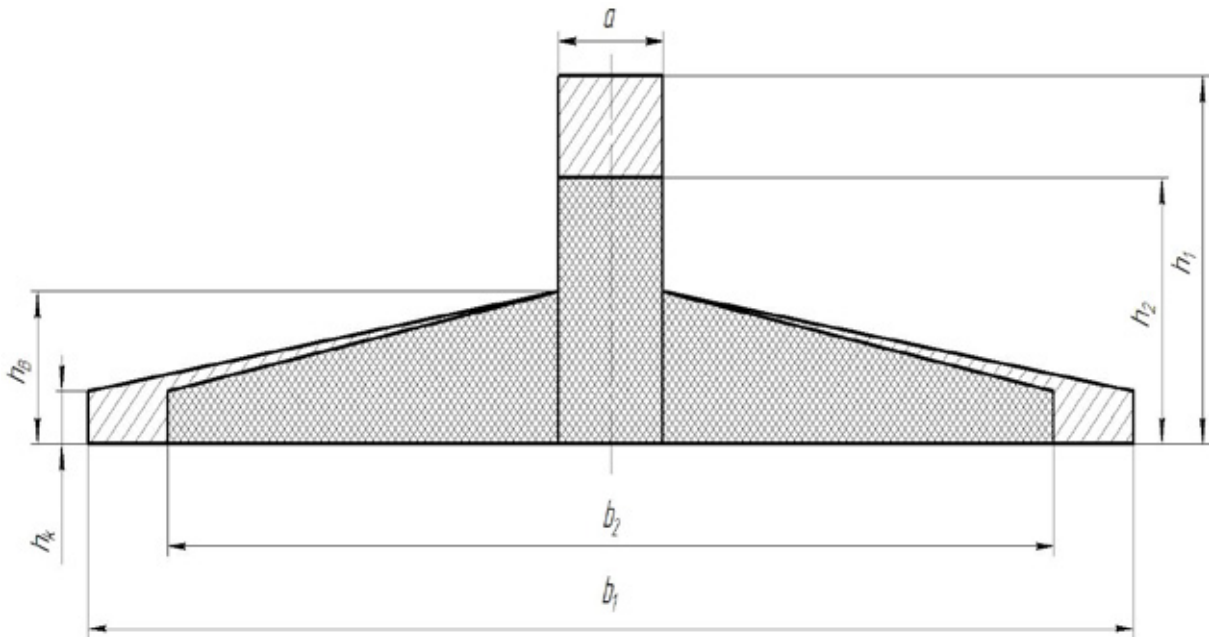


Рис. 1. Схема к определению площади фронтальной проекции почвообрабатывающего рабочего органа с изменяемой геометрией:  $a$  — ширина наральника рабочего органа;  $h_1$  — высота наральника по фронтальной проекции в исходном положении;  $h_2$  — высота наральника по фронтальной проекции при изменении геометрии рабочего органа;  $b_1$  — ширина рабочего органа по фронтальной проекции в исходном положении;  $b_2$  — ширина рабочего органа по фронтальной проекции при изменении геометрии рабочего органа;  $h_B$  — базовая высота основания рабочего органа по фронтальной проекции;  $h_k$  — высота конца крыла лапы по фронтальной проекции

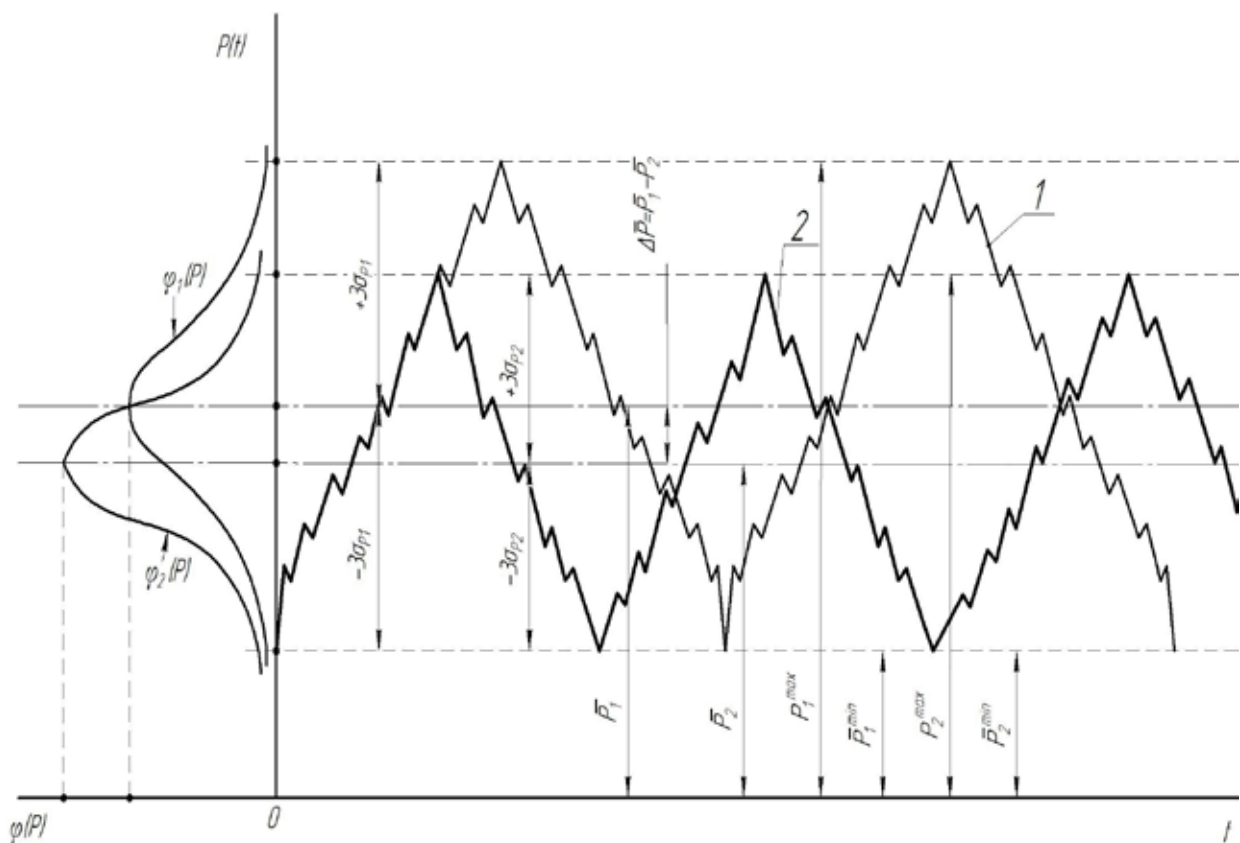


Рис. 2. Схема к определению степени влияния площади фронтальной проекции почвообрабатывающего рабочего органа с изменяемой геометрией на его тяговое сопротивление и меру рассеяния нагрузки

почвообрабатывающего рабочего органа с учетом его террадинамических свойств и тягового сопротивления почвообрабатывающей машины  $P_{кр}$  нами разработаны следующие детерминированные математические модели.

Коэффициент террадинамического сопротивления  $K_{\delta}$  почвообрабатывающего рабочего органа может быть выражен формулой:

$$K_{\delta} = C_{II} \frac{2R_{po}}{\rho_n \cdot V_p^2 \cdot F^{*po}}, \quad (1)$$

где  $C_{II}$  — коэффициент пропорциональности, зависящий от размерности параметров  $R_{po}$ ,  $\rho_n$ ,  $V_p$  и  $F^{*po}$ ;

$R_{po}$  — тяговое сопротивление одного почвообрабатывающего рабочего органа;

$\rho_n$  — плотность (твердость) почвы;

$V_p$  — скорость движения рабочего органа (почвообрабатывающей машины);

$F^{*po}$  — площадь фронтальной проекции одного рабочего органа при заданной глубине обработки почвы.

Тяговое сопротивление одного почвообрабатывающего рабочего органа с учетом его террадинамических свойств можно определить из формулы:

$$R_{po} = \frac{K_{\delta} \cdot \rho_n \cdot V_p^2 \cdot F^{*po}}{2 \cdot C_{II}}. \quad (2)$$

В выражениях (1) и (2) произведение  $\rho_n \cdot V_p^2$  представляет собой скорость напора на рабочий орган, то есть это величина кинетической энергии, имеющая размерность давления.

Основным критерием оценки динамического совершенства рабочего органа и почвообрабатывающей машины должен служить коэффициент  $K_{\delta}$  террадинамического сопротивления, учитывающий обтекаемость рабочих органов.

Тяговое сопротивление почвообрабатывающей машины с учетом террадинамических свойств рабочих органов можно определить из формулы:

$$P_{кр} = \frac{K_{\delta} \cdot \rho_n \cdot V_p^2 \cdot F^*}{2}, \quad (3)$$

где  $F^*$  — общая площадь фронтальной проекции рабочих органов почвообрабатывающей машины при заданной глубине обработки почвы, м<sup>2</sup>.

Коэффициент террадинамического сопротивления  $K_{\delta}$ , тяговое сопротивление  $R_{po}$  одного почвообрабатывающего рабочего органа с учетом его террадинамиче-

ских свойств и тяговое сопротивление почвообрабатывающей машины  $P_{кр}$  имеют вероятностный характер.

В связи с этим их надо рассматривать в вероятностном смысле. На основе предложенных базовых математических моделей (1), (2) и (3) нами разрабатываются вероятностные математические модели для определения вероятностно-статистических оценок (среднего значения, дисперсии, среднеквадратического отклонения, коэффициента вариации) выше перечисленных параметров.

Применение рабочих органов с изменяемой площади фронтальной проекции позволяет улучшить динамические характеристики, обеспечить эффективное и качественное функционирование почвообрабатывающих агрегатов.

Рабочие органы с изменяемой геометрией и площади фронтальной проекции вкратце можно назвать **динамичными рабочими органами**.

При использовании динамичных рабочих органов в почвообрабатывающих машинах появляются возможности:

- автоматизировать изменение геометрических параметров, что позволяет уменьшить коэффициент террадинамического сопротивления и увеличить значение удельного давления на (твердый) плотный слой почвы. Это позволяет мгновенно реагировать на динамический напор почвы, стабилизировать колебания и уменьшить меру рассеяния нагрузки;

- повысить качество обработки почвы посредством высокочастотных колебаний отдельных элементов рабочих органов при их работе на повышенных скоростях;

- работать на более высоких скоростных режимах работы, что обеспечить повышение производительности и энергоэффективности почвообрабатывающих агрегатов;

- разработать почвообрабатывающие агрегаты, обеспечивающие высокую энергетическую эффективность процесса обработки почвы по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами;

- повысить энергоэффективность технологии обработки почвы.

#### Заключение

В развитие теории обработки почвы предложены новые понятия — террадинамика и коэффициент террадинамического сопротивления.

Предложены детерминированные математические модели для определения коэффициента террадинамического сопротивления, тягового сопротивления одного динамичного рабочего органа и почвообрабатывающей машины в целом.

Разработка и применение динамичных рабочих органов позволяет повысить показатели эффективности и качества почвообрабатывающих машин по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами.

Литература:

1. Агеев, Л.Е. Основы расчета оптимальных и допускаемых режимов работы машинно-тракторных агрегатов. — Л.: Колос. Ленинградское отд-ние, 1978. — 296 с.
2. Болтинский, В.Н. Работа тракторного двигателя на неустановившейся нагрузке. — М.: Сельхозгиз, 1949. — 216 с.
3. Вайнруб, В.И., Догановский М.Г. Механизация обработки почвы и посева в Нечерноземной зоне. — М.: Россельхозиздат, 1977. — 190 с.
4. Волков, А.Е., Клейн В.Ф., Михайленко И.М. Рекомендации по автоматизированному проектированию рабочих органов культиваторов. — СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2007. — 25 с.
5. Давидсон, Е.И. Повышение технологической эффективности комплекса почвообрабатывающих, посевных и комбинированных машин для возделывания овощей совершенствованием и рациональным сочетанием их рабочих органов: автореф. дисс. докт. техн. наук. — Л. — Пушкин, 1988. — 39 с.
6. Джабборов, Н.И. Научные основы энерго-технологической оценки и прогнозирования эффективности использования мобильных сельскохозяйственных агрегатов. — Душанбе: Изд. «Дониш», 1995. — 286 с.
7. Добринов, А.В., Дементьев А.М., Джабборов Н.И. К вопросу проектирования почвообрабатывающих агрегатов под конкретные условия функционирования // Молодежь и инновации 2009: Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых, Ч. 2. — Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. — с. 47–50.
8. Завалишин, Ф.С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве. — М.: Колос, 1973. — 319 с.
9. Иофинов, С.А., Лышко Г.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Колос, 1984. — 351 с.
10. Крейтер, С.В., Нестеров А.Р., Данилевский В.В. Основы конструирования и агрегатирования: Учеб. пособие. — М.: Издательство стандартов, 1983. — 224 с.
11. Лурье, А.Б., Любимов А.И. Широкозахватные почвообрабатывающие машины. — Л.: Машиностроение, 1981. — 270 с.
12. ОСТ 102.2–2002. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки. — Минсельхоз России, 2002.
13. Синееков, Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. — М.: Машиностроение, 1977. — 328 с.
14. Саакян, Д.Н. Система показателей комплексной оценки мобильных машин. — М.: Агропромиздат, 1988. — 415 с.
15. Сабликов, М.В. Сельскохозяйственные машины. Ч. 2. Основы теории и технологического расчета. — М.: «Колос», 1968. — 296 с.

## Challenges of Venus colonization

Дружинин Константин Петрович, студент;  
 Куимова Марина Валерьевна, кандидат педагогических наук, доцент  
 Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Druzhinin Konstantin Petrovich, student;  
 Kuimova Marina Valeryevna, PhD in Methods of TFL  
 National research Tomsk polytechnic university

Named after the Roman goddess of love and beauty, Venus is the second planet from the Sun. Venus is similar in structure and size to Earth; however it is a world of intense heat and volcanic activity. The colonization of Venus is discussed from both science fiction and scientific standpoints. There are arguments for a mission to Venus. The planet offers more solar power and protection from radiation than Mars.

You can travel to Venus in five months; whereas Mars takes nine [1, 2, 3]. The opportunities to travel the shortest path to Venus come once every 1.6 years, whereas for Mars they come every two years.

Scientists believe that there was life on Venus. Probably 2 billion years ago there was an ocean, but later much of the water evaporated. Nowadays, it is presumed that organic life

in its simplest form can exist in the thick Venusian clouds; some scientists believe that life can also exist on the surface of the planet.

Venus has certain similarities to Earth that might make its colonization easier in comparison with other possible destinations, both planets have:

- almost the same size and density;
- similar surface gravity.

Additionally, colonization of Venus, in comparison to other planets, has the following advantages:

- relative proximity (shorter and easier space flight);
- Venus has about three times the land surface area of Earth ( $4.60 \times 10^8 \text{ km}^2$  vs.  $1.49 \times 10^8 \text{ km}^2$ , respectively) because there are no oceans on Venus;
- Venus gets a lot of energy from the sun (abundant energy makes it easier to solve many of the subsistence problems that will be encountered);
- Venus' gravity is almost 91 percent of Earth's;
- thick atmosphere that would protect you from radiation;
- two-thirds of Venus is flat, smooth plains [7].

Meanwhile the colonization of Venus is presently not possible due to the following reasons, Venus:

not only rotates backwards (retrograde) with respect to the sun and to the other planets (which rotate in the same direction as the sun (prograde)), but it rotates very slowly. One orbit of Venus around the sun (i. e. a Venus year) lasts 1.92 Venus days;

- has a day-night cycle (i. e. a Venus day) which is equal to 117 Earth days;
- has no magnetic field;
- has an atmosphere primarily composed of carbon dioxide (the solar heat enters the atmosphere and cannot leave, thus resulting in surface temperatures of  $462^\circ\text{C}$ , min.);
- has no water;
- has a dense atmosphere (it is 93 times as dense as that on Earth consisting primarily of 96.5%  $\text{CO}_2$  and 3.5%  $\text{N}_2$ );
- high surface pressure (92 times as great as that on Earth);
- powerful winds (in the middle cloud layer, the winds can reach speeds of more than 700 km/h. It is faster than any tornado or hurricane speed ever recorded on Earth. However,

the thickening atmosphere of Venus slows the winds down when you descend through the clouds. Wind barely reaches the speed of 10 km/h on the surface) [6, 10]

The presence of life seems unlikely on the surface of Venus due to harsh conditions; complex, boiling, inhospitable environment; and carbon-rich atmosphere; however, it might exist in the cloud tops.

Scientists state that it is possible to survive on Venus. At about 50–60 kilometer above its surface, Venus has a quite comfortable environment. The atmosphere is inadequate for breathing, it would still be toxic carbon dioxide and you need air to breathe and protection from the sulfuric acid, but pressure, atmosphere density and temperature at this altitude are much more like those on Earth. There are also water vapor and traces of oxygen in cloud top levels but unfortunately extremely high concentration of sulfuric acid [4, 5, 8]. Venus cloud colonies will be protected from meteorites as they all burn up in the atmosphere long before they reach the colonies. People could set up floating balloons, full of human-breathable air. The carbon dioxide atmosphere of Venus allows a much wider range of lifting gasses for a balloon. Moreover, colonists will be protected from cosmic radiation and solar radiation [9].

Fifty kilometers up excludes the need for any serious terraforming projects. The upper cloud level on Venus has stable temperatures day around and year around. Atmosphere on Venus is nitrogen rich. Moreover, there is more than enough carbon dioxide for plant growth. You need not extract  $\text{CO}_2$  from a near vacuum as you have to do on Mars. It means that future colonists would never run out of the necessary elements to support human life.

Still there are serious disadvantages of cloud colonies on Venus:

- you need extra fuel to return to Earth;
- the materials for colonists' habitats should be sulfuric acid resistant [9].

Thus, we can't land on the surface of Venus and design a spacecraft that could survive the planet's hellish environment. However, we can live on Venus in thick clouds. The creation of cloud colonies (a floating «cloud city») in the upper atmosphere of Venus is not a near future project, but it might be in the distant future.

#### References:

1. Полюшко Д.А., Куимова М.В. Challenges of manned missions to Mars // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 293–295.
2. Сысоева Н.В., Куимова М.В. Some hazards of long-term space flights // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). с. 315–316.
3. Федотов Д.В., Куимова М.В. About astronaut training for space missions // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 331–332.
4. Colonizing Venus with floating cities <http://www.universetoday.com/15570/colonizing-venus-with-floating-cities/> (accessed May 23, 2015).
5. Interesting Facts About Venus. <http://www.universetoday.com/14070/interesting-facts-about-venus/> (accessed May 23, 2015).

6. Venus compared with the Earth [http://www.ajax.ehu.es/VEX/Venus\\_Earth/Venus.Earth.html](http://www.ajax.ehu.es/VEX/Venus_Earth/Venus.Earth.html) (accessed May 23, 2015).
7. What would it be like to live on Venus? <http://www.space.com/28357-how-to-live-on-venus.html> (accessed May 23, 2015).
8. Why we should build cloud cities on Venus. <http://motherboard.vice.com/read/why-we-should-build-cloud-cities-on-venus> (accessed May 23, 2015).
9. Will we build colonies that float over Venus like Buckminster Fuller's «Cloud nine»? [http://www.science20.com/robert\\_inventor/will\\_we\\_build\\_colonies\\_that\\_float\\_over\\_venus\\_like\\_buckminster\\_fullers\\_cloud\\_nine\\_127573](http://www.science20.com/robert_inventor/will_we_build_colonies_that_float_over_venus_like_buckminster_fullers_cloud_nine_127573) (accessed May 23, 2015).
10. Winds on Venus. <http://www.universetoday.com/36816/winds-on-venus/> (accessed May 23, 2015).

## Контроль структуры магнитного поля МПФС ЛБВ методом дискретного преобразования Фурье

Емельянов Евгений Александрович, аспирант;  
Захаров Александр Александрович, доктор технических наук, профессор  
Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина

*Выполнен анализ распределения поперечной составляющей магнитного поля МПФС ЛБВ. Используется математический аппарат дискретного преобразования Фурье. Методика позволяет улучшить качество контроля магнитного поля постоянных магнитов МПФС. Расчеты выполнены для серии экспериментальных данных.*

**Ключевые слова:** магнитное поле, магнитная периодическая фокусирующая система, лампа бегущей волны, дискретное преобразования Фурье.

## The control of structure of the magnetic field MPFS TWT by the discrete Fourier transform

E. A. Emelianov, A. A. Zaharov

*This article describe the analysis of the transverse component of the magnetic field MPFS TWT with the involvement of the mathematical apparatus of the discrete Fourier transform. The technique allows to improve the quality control of the magnetic field of permanent magnets MPFS. The calculations were performed for a series of experimental data.*

**Keywords:** Magnetic field, magnetic periodic focusing system, a traveling wave tube, a discrete Fourier transform.

В лампах бегущей волны (ЛБВ) малой и средней мощности в качестве узла, обеспечивающего фокусировку электронного потока, применяется магнитная периодическая фокусирующая система (МПФС), которая формируется из набора магнитов с противоположным направлением вектора магнитной индукции. Контроль технологических параметров МПФС, выполняемый на этапе сборки системы, является важной технологической процедурой. В процессе набора магнитов МПФС отбраковывают те, продольная или поперечная компонента которых не соответствует установленному диапазону допустимых значений [1]. До настоящего времени для контроля структуры магнитного поля МПФС на предприятиях применяют устаревшую измерительную аппаратуру, в которой измеряемый аналоговый сигнал выводится на самописец.

Подобного рода оборудование не позволяет полноценно оценить структуру магнитного поля фокусирующей системы, поскольку выполнение многократных измерений связано с большими временными затратами, анализ же данных выполняется как правило ручным способом после окончания цикла измерения.

В качестве варианта решения описанной проблемы нами предлагается цифровая измерительная установка контроля магнитного поля МПФС. Установка позволяет выполнять измерения продольной или поперечной компонент магнитного поля заданное число раз в автоматическом режиме. В процессе измерений данные принимаются в цифровом виде и могут быть обработаны с привлечением ПК. Установка позволяет отслеживать позицию зонда в любой момент времени, благодаря чему имеется

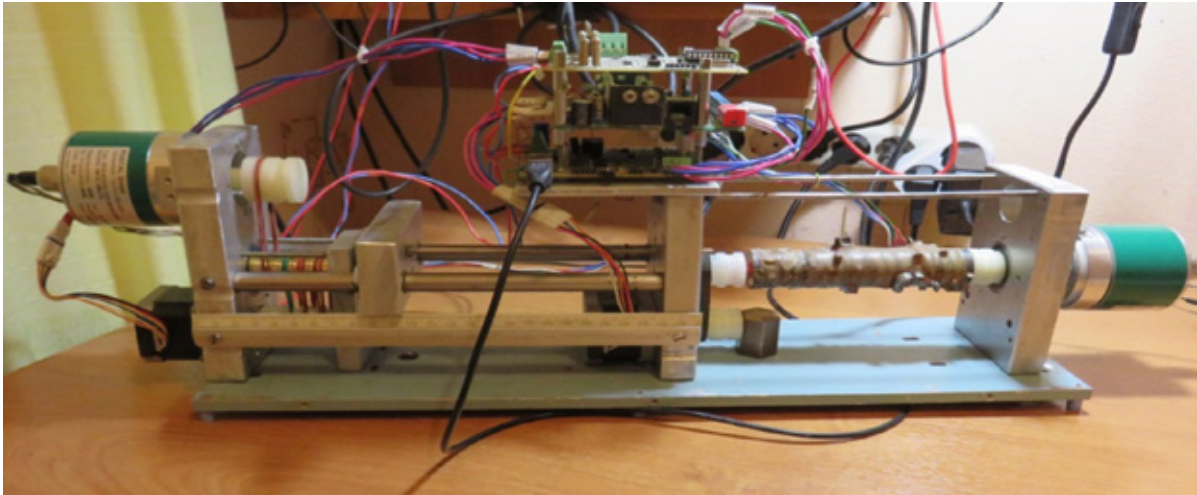


Рис. 1. Опытный образец установки для измерения магнитного поля МПФС ЛБВ

возможность динамической подстройки МПФС. Внешний вид опытного образца измерительной установки показан на рисунке 1.

Выбор алгоритма обработки получаемых данных представляет отдельную задачу. Широко применяемым методом при анализе сигналов является математический аппарат преобразования Фурье. Преобразование Фурье позволяет выполнить переход из временной области представления сигнала в частотную, благодаря чему можно определить гармонический состав сигнала. По результатам преобразования Фурье строится амплитудная характеристика, при необходимости можно также построить фазовую характеристику. Если исследуемый сигнал задан в виде дискретных значений, то используют дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Для уменьшения времени расчета ДПФ используют алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) [2, 3].

В ходе эксперимента проводились измерения поперечной составляющей магнитного поля входящих в состав МПФС магнитов. Процедура измерений такова, что датчик Холла «сканирует» постоянный магнит по азимуту несколько раз, при этом каждый замер привязывается к конкретной координате при помощи датчика углового положения. Многократный «промер» системы позволяет повысить точность результатов в силу периодичности процедуры измерений, причем получаемые данные также носят периодический характер. Совмещение принятых значений в рамках одного периода позволяет получить набор точек, вплоть до измерения на 1/10 градуса.

Полученные в результате эксперимента данные отражают зависимость поперечной компоненты вектора магнитной индукции  $B$ , мТл, от азимутального угла  $\alpha$ , °. Невершенство технологии производства постоянных магнитов, а также технологии сборки магнитов в периодическую систему приводит к неравномерности в структуре магнитного поля, т.е. колебаниям модуля вектора магнитной индукции. Выявленным неравномерностям маг-

нитных полей необходимо дать числовую характеристику. В процессе сборки магнитной системы, на этапе, когда выполняется подбор и состыковка магнитов в МПФС такую количественную характеристику можно использовать для отбраковки неподходящих магнитов. В случае подстройки магнитной системы, например, путем взаимного вращения постоянных магнитов друг относительно друга, вновь необходимо оценивать степень неравномерности структуры результирующих магнитных полей, выполняя новую измерительную процедуру.

Подобную числовую характеристику можно вычислить различными методами. Самым простым является подсчет разницы значений максимальной и минимальной измеренной величины. Также, например, можно оценить отклонение от среднеквадратического значения, использовать корреляционный анализ. Каждая методика имеет свои преимущества и недостатки. Вычисление «разброса» величины магнитного поля посредством разницы экстремумов самый простой способ, который, однако не способен выявить частоту колебаний в полученном сигнале. Корреляционный анализ позволяет установить оптимальное взаимное угловое положение постоянных магнитов, однако при расчете требуется нормирование функции корреляции, в результате чего теряется связь с амплитудой сигнала. Математический аппарат преобразования Фурье совмещает в себе универсальность и эффективность при анализе данных.

Расчет ДПФ в комплексной форме выполняется при помощи соотношения (1):

$$C_k = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=0}^{N-1} f_n \cdot e^{-i \frac{2\pi}{N} kn} \quad (1)$$

где:

$f_n$  — измеренное значение модуля магнитной индукции;

$k$  — номер вычисляемого коэффициента Фурье;

$N$  — число точек в выборке;

$2\pi/N$  — угловая частота сигнала.



В результате проведенного эксперимента был получен набор графиков азимутального распределения магнитного поля для нескольких магнитов, которые представлены на рисунках 1–3. Графики распределения магнитного поля совмещены с соответствующими им спектральными характеристиками, расчет которых был выполнен по формуле 1.

Спектральная характеристика, представленная на рисунках 1–3 включает 360 точек, что соответствует количеству полученных измерений. В построенном спектре амплитуд информативны первые 6–10 гармоник, остальные составляющие имеют нулевые значения и на рисунках не представлены. Из амплитудного спектра видна доля

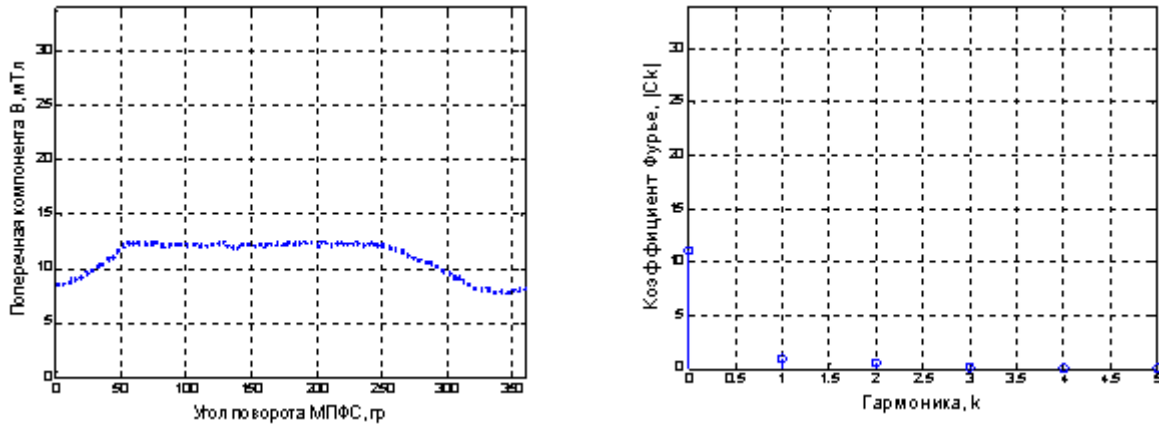


Рис. 2. Азимутальное распределение магнитного поля магнита № 1 и его спектральная характеристика

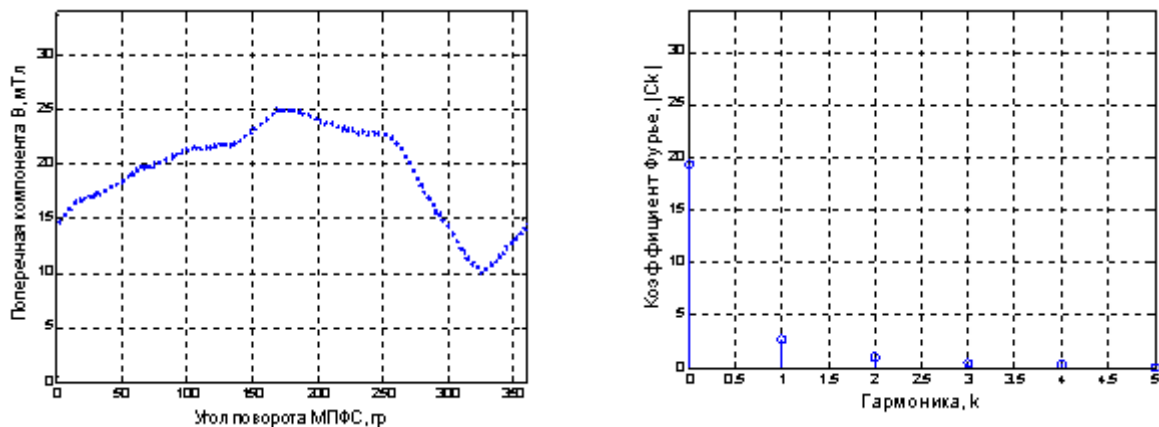


Рис. 3. Азимутальное распределение магнитного поля магнита № 2 и его спектральная характеристика

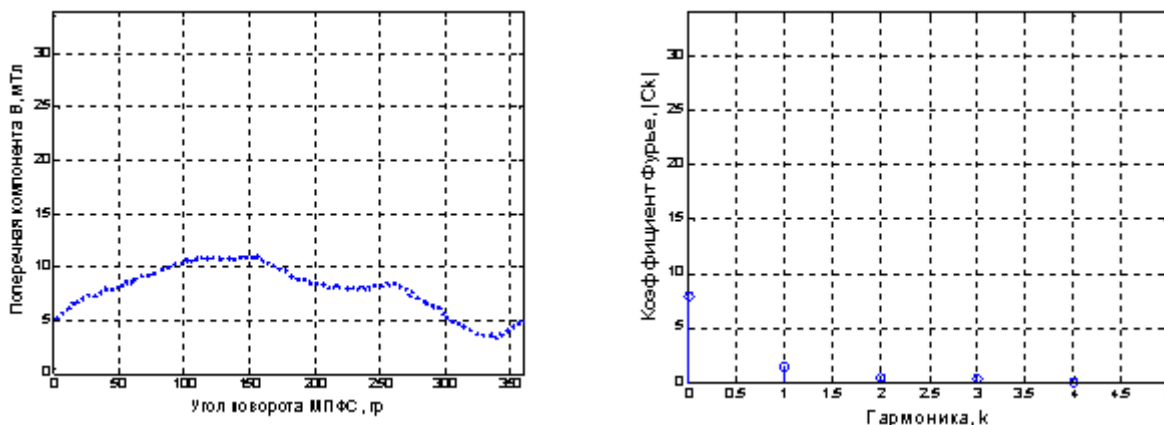


Рис. 4. Азимутальное распределение магнитного поля магнита № 3 и его спектральная характеристика

составляющих частот в сигнале. Нулевая гармоника показывает среднее значение функции, величина остальных гармоник позволяет установить ту числовую характеристику, которую мы искали для оценки степени неравномерности распределения азимутального магнитного поля. Так, для модуля второй гармоники рисунка 1 получено значение 3,79, для рисунка 2 и 3 получены значения модуля 1,49 и 1,4 соответственно. По величине модуля второй и третьей гармоник естественно установить критерий неравномерности, своего рода порог прохождения при анализе структуры поля выбранного магнита. В случае если величина модуля второй гармоники при расчете ДПФ превышает установленное значение, магнит отбраковывается.

Литература:

1. Гилмор, А. С. Лампа с бегущей волной./А. С. Гилмор: пер. с англ. Кудряшова А. Г. — М.: Техносфера, 2013. — 616 с.
2. Сато Юкио. Без паники! Цифровая обработка сигналов./Юкио Сато: пер. с яп. Селиной Т. Г. — М.: Додэка-XXI, 2010. — 176 с.
3. Ричард Лайонс. Цифровая обработка сигналов./Лайонс Ричард: пер. с англ. Под редакцией Бритова А. А. — М.: ООО «Бином-Пресс», 2006. — 656 с.

Алгоритм ДПФ привлекателен и тем, что имеется возможность его аппаратной реализации, т.е. нет необходимости передавать принятый массив точек на ПК, обработку данных может выполнить микропроцессор измерительной установки. Описанные решения позволяют существенно улучшить качество получаемых магнитных систем, а также уменьшить время их сборки. Установка обладает высоким быстродействием, многократные измерения позволяют эффективно выполнять настройку МПФС, алгоритм анализа данных посредством ДПФ устанавливает объективный критерий качества магнитного поля формируемого каждым магнитом. Преобразование Фурье можно использовать и для контроля продольной составляющей магнитного поля, хотя спектральная характеристика будет несколько сложнее.

## Адсорбция пенообразователей, пластификаторов, стабилизаторов на поверхности твёрдых адсорбентов при изготовлении материалов ячеистой структуры

Жуков Александр Владимирович, студент;  
Самошина Екатерина Николаевна, кандидат технических наук, доцент;  
Самошин Андрей Павлович, кандидат технических наук, доцент;  
Шитова Инна Юрьевна, кандидат технических наук, доцент  
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

**Ключевые слова:** адсорбция, пенообразователь, пластификатор, стабилизатор, пенокерамобетон.

Способ поризации раствора является одним из ключевых факторов получения однородной структуры при изготовлении ячеистых материалов. Проведённый анализ на основе литературного обзора [3,4,5,7], показал, что наиболее эффективным при изготовлении пенокерамобетона является метод сухой минерализации пены. При использовании этого метода за счет снижения водо-твёрдого отношения получают более плотные межпоровые перегородки. Таким образом предварительное приготовление пены при ее постепенном насыщении сухими минеральными компонентами и одновременным перемешиванием в высокоскоростном смесителе позволяют получить заявленные результаты.

В связи с особенностью выбранного нами способа формирования ячеистой структуры материала принципиально важно исследовать процессы, происходящие в пене при её наполнении минеральными частицами твёрдой фазы.

Нами было исследовано влияние вида минеральной составляющей ячеистого материала на процессы адсорбции, сопровождающие минерализацию пены при её наполнении твёрдыми компонентами. Адсорбцию пенообразователей ПБ-2000, ПО-6ТС и, для сравнения, воздухововлекающей добавки СДО на поверхности твёрдых адсорбентов определяли на модельных системах по изменению поверхностного натяжения водных растворов.

Принимая во внимание, что используемые пенообразователи кроме основного пенообразующего вещества содержат определённое количество различных функциональных добавок, для практической оценки адсорбционной способности мы использовали величину «кажущейся» адсорбции [6].

Данные табл. 1 и рис. 1 характеризуют адсорбцию пенообразователей из 0,5% водного раствора на поверхности минеральных частиц твёрдой фазы при  $V/T=25:1$ .

Таблица 1. Адсорбция пенообразователей на поверхности минеральных частиц

Наименование материала	Адсорбция пенообразователей на поверхности минеральных частиц (в пересчёте на сухое вещество)					
	ПБ-2000		ПО-6ТС		СДО	
	А, мг/г	А·10 <sup>4</sup> мг/см <sup>2</sup>	А, мг/г	А·10 <sup>4</sup> мг/см <sup>2</sup>	А, мг/г	А·10 <sup>4</sup> мг/см <sup>2</sup>
Диатомит	4,71	2,41	5,09	2,61	9,12	4,67
ШПЦ	10,66	30,45	7,23	20,65	9,12	26,05
Глина лягушёвская	16,16	26,13	7,32	11,83	22,68	36,67
Глина иссинская	13,68	19,86	7,01	10,17	21,42	31,09
Опока	3,02	2,99	3,15	3,12	4,03	4,00

Как следует из данных табл. 1, диатомит и опока характеризуются относительно невысокой сорбирующей способностью исследуемых пенообразователей в сравнении с глиной и ШПЦ. Величина адсорбции на поверхности опоки и диатомита приблизительно равна при использовании пенообразователей ПБ-2000 и ПО-6ТС и увеличивается при использовании воздухововлекающей добавки СДО. Так, например, адсорбция ПБ-2000 на поверхности опоки составляет  $2,99 \times 10^{-4}$  мг/см<sup>2</sup>, на поверхности диатомита —  $2,41 \times 10^{-4}$  мг/см<sup>2</sup>, на поверхности ШПЦ —  $30,45 \times 10^{-4}$  мг/см<sup>2</sup>. В случае использования СДО адсорбция на опоке составляет  $4,00 \times 10^{-4}$  мг/см<sup>2</sup>, на диатомите —  $4,6 \times 10^{-4}$  мг/см<sup>2</sup>, на ШПЦ —  $26,05 \times 10^{-4}$  мг/см<sup>2</sup>. При использовании глины наименьшая величина адсор-

бции наблюдается из раствора ПО-6ТС, а наибольшая — из раствора СДО.

Различие в значениях адсорбции пенообразователей на поверхности твёрдых адсорбентов, объясняется, по-видимому, различной гидравлической активностью минеральных наполнителей. По данным В.Г. Батракова, который исследовал адсорбцию пластифицирующих ПАВ, увеличение гидравлической активности минеральных добавок приводит к снижению их адсорбционной способности [1].

Исследования гидравлической активности используемых минеральных наполнителей подтвердили правильность данных выводов. Гидравлическую активность опоки, диатомита и глины определяли по методике, описанной

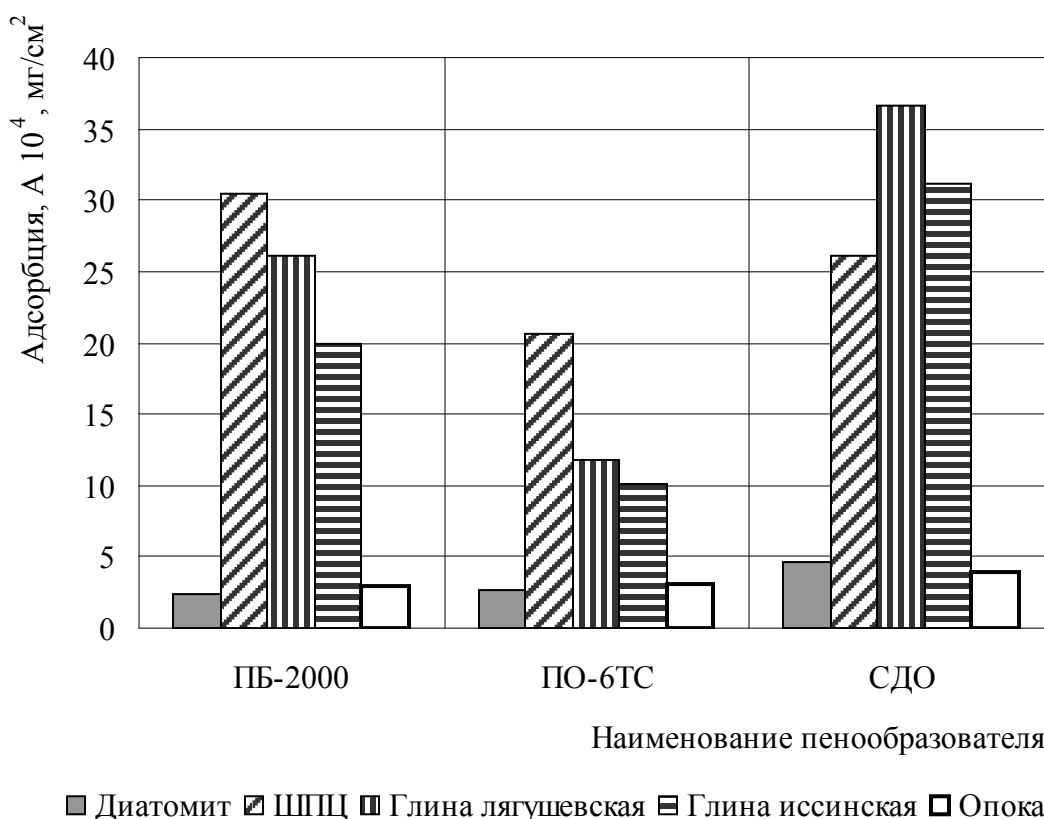


Рис. 1. Адсорбция пенообразователей на поверхности минеральных частиц

Таблица 2. Знак заряда поверхности частиц

№ п/п	Название компонента	Знак заряда поверхности
1	Опока	Отрицательный
2	Диатомит	Отрицательный
3	Глина лягушѐвская	Отрицательный

в работе [2]. Результаты экспериментов показали, что гидравлическая активность опоки составляет 320 мг/г, диатомита — 355 мг/г и глины лягушѐвской — 175 мг/г.

Кроме того, различие в величинах адсорбции на исследованных наполнителях во многом определяется знаком электрического заряда поверхности наполнителя (табл. 2). Экспериментальное определение знака электрического заряда поверхности минеральных частиц было проведено по методике Рейсса [8].

При взаимодействии молекул пенообразователя с поверхностью частиц ШПЦ возможно также протекание процесса хемосорбции, который увеличивает величину кажущейся адсорбции. Из исследованных в работе пенообразователей наибольшее значение адсорбции на частицах ШПЦ получено для растворов, содержащих ПБ-2000.

Расчёты показали, что если адсорбентом является опока или диатомит, то образуется мономолекулярный адсорбционный слой пенообразователя, если адсорбентом является глина или ШПЦ — полимолекулярный. Число адсорбционных слоѐв пенообразователя на поверхности адсорбента определяли по формуле [8]:

$$n = \frac{N \cdot A \cdot b}{M \cdot S_{уд}} 1000, \quad (1)$$

где  $N$  — число Авогадро;  $A$  — адсорбция, мг/г;  $M$  — молекулярная масса поверхностно-активного вещества, г/моль;  $S_{уд}$  — удельная поверхность адсорбента, см<sup>2</sup>/г;  $b$  — площадь поверхности адсорбента, занимаемая одной молекулой ПАВ при адсорбции, см<sup>2</sup>.

Проведѐнные исследования показывают, что основные минеральные компоненты пенокерамобетона в разной степени способны адсорбировать молекулы пенообразователя. В результате на поверхности частиц формируется адсорбционный слой, препятствующий образованию прочных коагуляционных и кристаллизационных контактов при твердении материала.

По нашему мнению, уменьшить негативное воздействие пенообразователя на процессы структурообразования минеральной части пенокерамобетона можно путѐм дополнительного введения в состав материала пластифицирующих добавок.

Было проведено исследование адсорбции пластификатора С-3 на поверхности минеральных компонентов сырьевой смеси при В/Т=10:1. Адсорбцию С-3 на тѐрдых адсорбентах определяли фотоколориметрическим методом по изменению окраски водных растворов. Начальная концентрация раствора С-3 составляла 1,2%. Результаты экспериментов приведены в табл. 3.

Как следует из табл. 3, поверхность минеральных компонентов (ШПЦ и опоки) обладает адсорбирующей способностью по отношению к пластификатору С-3. Из табл. 3. следует также, что увеличение относительного содержания опоки в смеси с 50 до 85% приводит к значительному росту адсорбции С-3. По нашему мнению, причина такой зависимости заключается в том, что в системе, состоящей из цемента, опоки и воды, увеличение содержания активной гидравлической добавки в виде опочного наполнителя приведѐт в процессе гидравлического твердения к накоплению тонкодисперсных низкоосновных гидросиликатов типа CSH (В), которые обладают повышенной адсорбционной способностью [1].

Исследование совместного влияния пенообразователя, стабилизатора и пластификатора на факторы, во многом определяющие параметры формирования начальной структуры ПКБ, было проведено путѐм измерения поверхностного натяжения водных растворов и вытяжек, содержащих ПБ-2000. Экспериментальные данные, характеризующие индивидуальное и совместное влияние добавок ПБ-2000, С-3 и ПАА на поверхностное натяжение растворов, приведены в табл. 4.

Анализ данных табл. 4 позволяет сделать выводы:

— активность пластификатора С-3 на границе «поверхность раствора — воздух» незначительна (состав № 3);

Таблица 3. Адсорбция пластификатора на поверхности минеральных компонентов сырьевой смеси

Соотношение ШПЦ: Опока по массе	Адсорбция пластификатора (в пересѐте на сухое вещество)	
	А, мг/г	А×10 <sup>3</sup> , мг/см <sup>2</sup>
1:5,7	33,4	2,5
1:2,3	24,5	2,1
1:1	17,1	1,8

Таблица 4. Поверхностное натяжение водных растворов

№ п/п		Содержание, %	Поверхностное натяжение, мН/м
1	Вода дистиллированная	—	72,0
2	ПБ-2000	0,3	28,2
3	С-3	0,5	71,0
4	ПБ-2000 С-3	0,3 0,5	30,1
5	ПБ-2000 опока	0,3 10	33,3
6	ПБ-2000 С-3 опока	0,3 0,5 10	30,2
7	ПБ-2000 ШПЦ	0,3 10	45,6
8	ПБ-2000 С-3 ШПЦ	0,3 0,5 10	39,1
9	ПБ-2000 ПАА ШПЦ	0,3 0,25 10	39,8
10	ПБ-2000 С-3 ПАА ШПЦ	0,3 0,5 0,25 10	38,5

— добавка пластификатора приводит к некоторому снижению поверхностного натяжения водных растворов, содержащих пенообразователь и опочный наполнитель (состав № 6 по сравнению с составом № 5). Наблюдаемое снижение поверхностного натяжения растворов объясняется преимущественной адсорбцией молекул С-3 на поверхности опочного наполнителя, что способствует увеличению концентрации пенообразователя в растворе;

— положительное влияние добавки С-3 на снижение поверхностного натяжения водного раствора, содержащего наполнитель и пенообразователь, усиливается при использовании ШПЦ вместо опоки (составы № 7 и № 8 по сравнению с составами № 5 и № 6);

— добавка стабилизатора ПАА также снижает поверхностное натяжение водного раствора, содержащего пенообразователь и ШПЦ (состав № 9 по сравнению с составом № 7).

Полученные экспериментальные данные указывают на преимущественную адсорбцию С-3 и ПАА на поверхности минеральных частиц по сравнению с пенообразователем ПБ-2000. Это подтверждает высказанное нами ранее предположение о целесообразности введения С-3 и ПАА в состав комплексной порообразующей добавки. Применение С-3 и ПАА позволит существенно улучшить основные свойства материала как на этапе получения пенокерамобетонной смеси, так и на этапе гидратационного твердения.

Литература:

1. Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны [Текст]/В.Г. Батраков. — М.: Стройиздат, 1990. — 400 с.
2. Горшков, В.С. Вяжущие, керамика и стеклокристаллические материалы. Структура и свойства [Текст]/В.С. Горшков и др. — М.: Стройиздат, 1995, 584 с.
3. Гузман, И.Я. Некоторые принципы образования пористых керамических структур. Свойства и применение [Текст]/И.Я. Гузман // Стекло и керамика, 2003. — № 9. — с. 28–31.
4. Дятлова, Е.М. Тугоплавкие теплоизоляционные материалы, полученные способами пено- и газообразования [Текст]/Е.М. Дятлова, С.А. Гайлевич, Г.Я. Миненкова, С.Л. Радченко // Стекло и керамика, 2002. — № 2. — с. 20–23.
5. Езерский, В.А. Поризованная стеновая керамика — преимущества и недостатки технологии [Текст]/В.А. Езерский, Д.В. Кролевецкий, Г.И. Горбунов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2006. — № 4. — с. 42–44.

6. Кравченко, И.И. Труды 2-ого Всесоюзного совещания по применению поверхностно-активных веществ в нефтяной промышленности [Текст]/И.И. Кравченко и др. ГОСТО и техиздат, 1963. — с. 160.
7. Мартыненко, В.А. О взаимосвязи технологических параметров в методах приготовления пенобетонной смеси [Текст]/В.А. Мартыненко // Вестник БГТУ, 2003. — № 4. — с. 118–122.
8. Писаренко, А.П. Курс коллоидной химии [Текст]/А.П. Писаренко, К.А. Поспелова, А.Г. Яковлев. — М.: «Высшая школа», 1969. — 248 с.

## Разработка вычислительного алгоритма решения гидродинамических задач управления процессами ПВ в неоднородных средах при условии использования этажной системы разработки

Жураев Тохир Мансурли угли, кандидат технических наук;  
 Комилов Сахоб, ассистент;  
 Козокова Муножат, ассистент  
 Наманганский инженерно-педагогический институт (Узбекистан)

**Ф**ильтрационная схема подземного выщелачивание полезных ископаемых основана на использование постоянного или периодически действующего потока раствора реагента, заполняющего все трещины и открытые поры рудного тела.

Для определения поля скоростей необходимо определить поле давления. Распределения поля давления описываются дифференциальными уравнениями фильтрации [1].

Описываемое двумерное уравнение гидродинамики процесса ПВ при управлении в условиях применения этажной системы разработки в неоднородных средах из-за движения выщелачивающего раствора сверху вниз, придётся рассматривать математическую модель гидродинамики процесса ПВ в разрезе [2].

Таким образом, для определения распределения давления в фильтрационном потоке в условиях использования этажной системой разработки воспользуемся уравнением фильтрации [3,4]:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{kh}{\mu} \left( \frac{\partial P(x, z, t)}{\partial x} - \chi \right) \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{kh}{\mu} \left( \frac{\partial P(x, z, t)}{\partial z} - \chi \right) \right) + f(x, z, t) = mh\beta \frac{\partial P}{\partial t} \quad (1)$$

для области  $G = \{(x, z, t) / a < x < b, \quad c < z < d, \quad 0 < t \leq T_k\}$ ,

$$\text{с начальным } P(x, z, 0) = P_0(x, z) \quad (2)$$

$$\text{и граничными условиями } (\bar{\alpha} \frac{\partial P}{\partial n} + (1 - \bar{\alpha})P) / r = \varphi(x, z). \quad (3)$$

$$\text{Здесь } f(x, z, t) = \sum_{i=1}^M \delta(x - x_i, z - z'_i) \frac{Q_i(t)}{L \cdot \Delta x \Delta z}.$$

Если предположим что координата  $x$  строго горизонтальна, составляющая силы тяжести по направлению оси  $x$  равна нулю, тогда уравнение (1) можно написать следующим виде:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{kh}{\mu} \frac{\partial P(x, z, t)}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{kh}{\mu} \left( \frac{\partial P(x, z, t)}{\partial z} - \chi \right) \right) + f(x, z, t) = mh\beta \frac{\partial P(x, z, t)}{\partial t} \quad (1')$$

Трудности составления алгоритмов для численного решения (2.1)-(2.3) разностными методами во многом связаны с геометрией пласта. Поэтому целесообразно разрабатывать алгоритмы не для конкретных областей, а для более или менее широкого класса областей. Одним из возможных путей решения этой проблемы является замена краевой задачи (1)-(3) на задачу, в определенном смысле близкой к ней, но заданную в более простой области, например в виде прямоугольника. Такой метод называется методом фиктивных областей [71].

Применив идею метода фиктивных областей, заданную область  $D_0$  включаем в стандартную прямоугольную область  $D = D_0 + D_1$  с границей  $\Gamma$  (рис. 1).

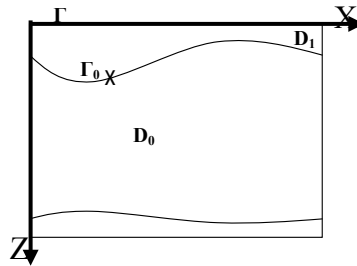


Рис. 1. Область расчета при применении метода фиктивных областей

В уравнении (1) введем следующие обозначения:

$$f(x, z, t) = \sum_{i=1}^M \delta(x - x_i, z - z_i) \frac{Q_i(t)}{L \cdot \Delta x \Delta z}, \quad K(x, z) = \frac{k(x, z) \cdot h(x, z)}{\mu}, \quad M(x, z) = m(x, z) h(x, z) \beta.$$

Тогда можно полагать, что задача (1)-(3) справедлива и в  $D \times (0, T]$ :

$$K_\varepsilon = \begin{cases} K(x, z), & (x, z) \in D_0, \\ \varepsilon K(x, z), & (x, z) \in D_1, \end{cases} \quad M_\varepsilon = \begin{cases} M(x, z), & (x, z) \in D_0, \\ \varepsilon M(x, z), & (x, z) \in D_1, \end{cases} \quad f_\varepsilon(x, z, t) = \begin{cases} f(x, z, t), & (x, z) \in D_0, \\ 0, & (x, z) \in D_1, \end{cases}$$

где  $D_0$  - заданная область с границей  $\Gamma_0$ ;  $D_1$  - фиктивная область;  $\varepsilon$  - малое число порядка  $10^{-3}$ .

Решение задачи (1)-(3) сведем к последовательному решению одномерных задач соответственно вдоль строк и столбцов переходом с одного слоя на другой, что выражает основную идею экономичных методов. Эту же идею выражает неявная схема переменных направлений, предложенная в работах [1,2].

Сначала параметры, которые участвуют в уравнениях процесса, представляются в размерном виде, т. е. все величина уравнений имеют свои размерности. При применение конечно-разностных схем для решения уравнения (1)-(3) целесообразно вводить безразмерные переменные. Безразмерные переменные применительно к нашему случаю имеют вид:

$$\bar{x} = \frac{x}{L_x}; \bar{z} = \frac{z}{L_z}; \bar{P} = \frac{P}{P_x}; \bar{k} = \frac{k}{k_x}; \bar{h} = \frac{h}{h_x}; \bar{t} = \frac{t}{t_x}; \bar{\chi} = \frac{\chi}{\chi_x}; \bar{\beta} = \frac{\beta}{\beta_x}; \bar{\mu} = \frac{\mu}{\mu_x}; \bar{q} = \frac{q}{q_x},$$

где  $L_x, L_z, P_x, k_x, h_x, \beta_x, \mu_x, q_x, t_x, \chi_x$  — некоторые характерные величины.

Подставляем безразмерные величины в уравнении (1):

$$\frac{k_x h_x P_x}{\mu_x L_x^2} \frac{\partial}{\partial \bar{x}} \left( \frac{\bar{k} \bar{h}}{\bar{\mu}} \left( \frac{\partial \bar{P}}{\partial \bar{x}} - \frac{L_x \chi_x}{P_x} \bar{\chi} \right) \right) + \frac{k_x h_x P_x}{\mu_x L_z^2} \frac{\partial}{\partial \bar{z}} \left( \frac{\bar{k} \bar{h}}{\bar{\mu}} \left( \frac{\partial \bar{P}}{\partial \bar{z}} - \frac{L_z \chi_x}{P_x} \bar{\chi} \right) \right) + q_x \sum_{i=1}^N \delta(x - x_i, z - z_i) \bar{q}_i = \frac{h_x \beta_x P_x}{t_x} m \bar{h} \bar{\beta} \frac{\partial \bar{P}}{\partial \bar{t}}$$

Разделяем оба части уравнения на  $\frac{k_x h_x P_x}{\mu_x L_x^2}$  и получим следующее уравнение:

$$\frac{\partial}{\partial \bar{x}} \left( \frac{\bar{k} \bar{h}}{\bar{\mu}} \left( \frac{\partial \bar{P}}{\partial \bar{x}} - \frac{L_x \chi_x}{P_x} \bar{\chi} \right) \right) + \frac{L_x^2}{L_z^2} \frac{\partial}{\partial \bar{z}} \left( \frac{\bar{k} \bar{h}}{\bar{\mu}} \left( \frac{\partial \bar{P}}{\partial \bar{z}} - \frac{L_z \chi_x}{P_x} \bar{\chi} \right) \right) + \frac{q_x \mu_x L_x^2}{k_x h_x P_x} \sum_{i=1}^N \delta(x - x_i, z - z_i) \bar{q}_i = \frac{\mu_x L_x^2 \beta_x}{k_x t_x} m \bar{h} \bar{\beta} \frac{\partial \bar{P}}{\partial \bar{t}} \tag{4}$$

Введем обозначения:

$$t = \bar{t} \cdot \frac{k_x t_x}{\beta_x \mu_x L_x^2}; \quad q_i(t) = \bar{q}_i(t) \cdot \frac{q_x \mu_x L_x^2}{k_x h_x P_x}; \quad \chi_1 = \bar{\chi} \cdot \frac{L_x \chi_x}{P_x}; \quad \chi_2 = \bar{\chi} \cdot \frac{L_z \chi_x}{P_x}; \quad z = \bar{z} \cdot \frac{L_z^2}{L_x^2}.$$

Запишем уравнений в безразмерном виде и для удобства записи безразмерных задач опустим черточки, таким образом уравнения (4) примет вид (1).

Таким образом, двумерную задачу (1) — (3) решим методом переменных направлений с точностью аппроксимации  $O(h^2 + \tau^2)$ .

Уравнение (1) можно записать в виде:

$$mh\beta \frac{\partial P}{\partial t} = LP + f, \tag{5}$$

где  $LP = (L_1 + L_2)P$ ;  $L_1P = \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{kh}{\mu} \frac{\partial P}{\partial x} \right)$ ,  $L_2P = \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{kh}{\mu} \frac{\partial P}{\partial z} - \chi \right)$ ,

$$f(x, z, t) = \sum_{i=1}^M \delta(x - x_i, z - z_i') \frac{Q_i(t)}{L \cdot \Delta x \Delta z}$$

Далее введем промежуточные значения  $P^{n+1/2}$ , которые можно формально рассматривать как значение давления на дробном временном шаге при  $t = t + \frac{\tau}{2}$ . Переход от слоя  $n$  к слою  $n+1$  совершается в два этапа:

$$mh\beta \frac{P^{n+1/2} - P^n}{0,5\tau} = \Lambda_1 P^{n+1/2} + \Lambda_2 P^n + f^n, \tag{6}$$

$$mh\beta \frac{P^{n+1} - P^{n+1/2}}{0,5\tau} = \Lambda_1 P^{n+1/2} + \Lambda_2 P^{n+1} + f^n; \tag{7}$$

здесь  $\Lambda_1, \Lambda_2$  — разностный аналог операторов  $L_1, L_2$ :

$$\Lambda_1 H^{n+1/2} = \frac{1}{\Delta x} \left( \frac{k_{i+1,j} h_{i+1,j}}{\mu} \cdot \frac{P_{i+1,j}^{n+1/2} - P_{i,j}^{n+1/2}}{\Delta x} - \frac{k_{i,j} h_{i,j}}{\mu} \cdot \frac{P_{i,j}^{n+1/2} - P_{i-1,j}^{n+1/2}}{\Delta x} \right); \tag{8}$$

$$\Lambda_2 H^{n+1} = \frac{1}{\Delta z} \left( \frac{k_{i,j+1} h_{i,j+1}}{\mu} \cdot \left( \frac{P_{i,j+1}^{n+1} - P_{i,j}^{n+1}}{\Delta z} - \chi \right) - \frac{k_{i,j} h_{i,j}}{\mu} \cdot \left( \frac{P_{i,j}^{n+1} - P_{i,j-1}^{n+1}}{\Delta z} - \chi \right) \right). \tag{9}$$

Таким образом, решение краевой задачи (1)-(3) сведен к следующему алгоритму.

В начале находится значение давления на временном слое —  $n + \frac{1}{2}$ . Для этого решается система (2.16)

с соответствующими условиями методом потоковой прогонки для фиксированных  $j$ . Затем используя полученные значения, решается система (9) с граничными условиями при фиксированных  $i$  и находят значения давления на полном временном слое —  $n+1$  во всех внутренних точках сеточной области.

Пусть, нагнетательные и эксплуатационные скважины установлены согласно рис.2.

Эксплуатационная скважина установлена в середине пласта по X, а фильтр эксплуатационной скважина в глубине 15 м по разрезу Z.

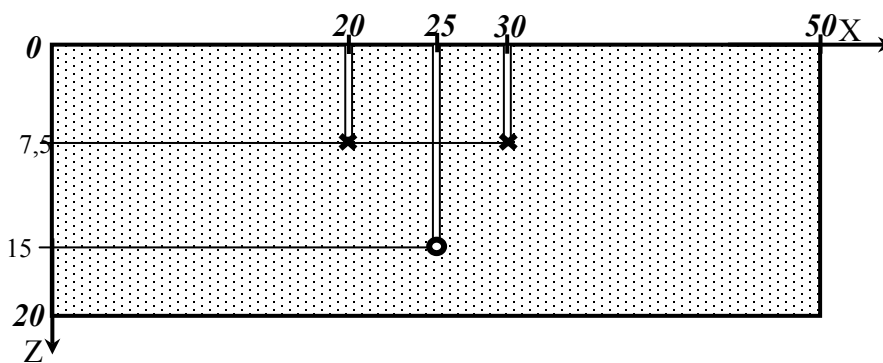


Рис.2. Схема расположения фильтра нагнетательных (x) и эксплуатационной (o) скважин

Основные гидрогеологические и геологические данные пласта приведены на табл. 1.

Теоретические основы применения этажной системы ПВ, проверенные и подтвержденные практикой отработки этажных блоков и результатами анализов, предполагают постоянное гидродинамическое взаимодействие нагнетательных и эксплуатационных скважин от стадии подготовки запасов до полной их отработки. Поэтому рекомендуется отработку этажных блоков производить только в режиме одновременной закачки и отработки с соблюдением баланса растворов.



Таблица 1. Основные гидрогеологические и геологические данные

Ширина пласта (X)	50 м	Мощность пласта (Z)	20 м
Коэффициент фильтрации пласта (K)	5,8 м/сут	Координаты фильтра нагнетательных и эксплуатационных скважин ( $x_i, z_i$ )	1 — (20 м, 7,5 м) 2 — (25 м, 15 м) 3 — (30 м, 7,5 м)
Удельный вес жидкости ( $\chi$ )	0,91 г/см <sup>3</sup>	Дебиты скважин ( $q_i$ )	1—50 м <sup>3</sup> /сут 2 — –100 м <sup>3</sup> /сут 3—50 м <sup>3</sup> /сут

Проведенные на основе предложенной математической модели вычислительные эксперименты показали, что начальное давление пласта отличается от давления на эксплуатационной и нагнетательных скважинах. Начальное давление в зоне эксплуатационной скважины, в силу более глубокого расположения, будет больше чем на нагнетательных скважинах (рис. 3). однако с течением времени сначала они уравниваются, а потом давление в зоне эксплуатационной скважины, за счет отбора жидкости, уменьшается.

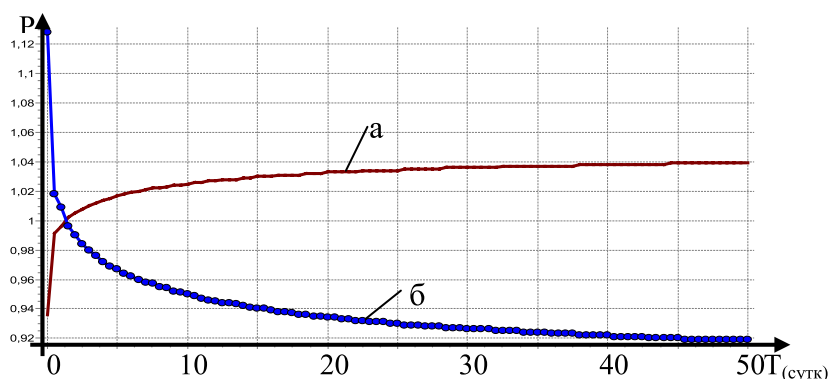


Рис. 3. Динамика изменения давления в нагнетательных (а) и эксплуатационной (б) скважинах при разном расположении скважин

Давление в зоне нагнетательной скважины увеличивается. И через несколько суток давления на скважинах стабилизируются и после этого распределение пластового давления не изменяется. Таким образом, из полученных результатов можно вытекает, что разработанная модель, учитывающая удельный вес выщелачивающего реагента, более адекватно описывает реальные условия, протекающие при разработке месторождений ПИ методом ПВ в условиях этажной системы разработки гидродинамические процессы, и ее можно применять при решении задач об управлении процессами ПВ в реальных условиях.

Литература:

1. Лукнер, Л., Шестаков В. М. Моделирование миграции подземных вод. — М.: Недра, 1986. — 208 с.
2. Самарский, А. А. Введение в теорию разностных смех. — М.: Наука, 1971. — 552 с.
3. Олимов, М. Алгоритм решения прикладных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка с методом дифференциальной прогонки [Текст]/М. Олимов, О. О. Жакбаров, Ф. С. Ирискулов // Молодой ученый. — 2015. — № 6. — с. 193–196.
4. Жакбаров, О. О. Создание пакета прикладных программ для оптимального управления процессом фильтрации для разработки газовых месторождений [Текст]/О. О. Жакбаров, Э. Д. Имамназаров, З. З. Кодиров // Молодой ученый. — 2015. — № 9. — с. 226–230.

## Information technology in the service of the Eurasian space

Загребельный Сергей Олегович, магистрант;

Афанасьева Яна Николосовна, студент;

Осина Татьяна Матвеевна, преподаватель;

Прохоров Владимир Тимофеевич, доктор технических наук, и. о. зав. кафедрой;

Дмитриенко Надежда Алексеевна, кандидат педагогических наук, доцент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

Zagrebel'nyi S. O., Afanasieva Y. N., Prokhorov V. T., Osina T. M., Dmitrienko N. A.

Don State technical university

*The article considers the state of the footwear industry in the regions of Southern Russia. Suggested the formation of an innovation center as a solution to the problem of revival shoe industry regions of the Southern Federal District North Caucasus Federal District and to ensure domestic demand for footwear. The advantages, which will bring the presence of innovative centers in the Southern Federal District North Caucasus Federal District and for businesses footwear industry. Provides a solution to current problems in the development of innovative manufacturing processes footwear enterprises located in the Southern Federal District and the North Caucasus Federal District, formed at the expense of multifunctional and versatile equipment.*

**Keywords:** *Innovation Centre, software, process, footwear, expenses, cash flows, preferences, competitiveness, costs, demand.*

In the circumstances, for footwear enterprises must deal with a competitive range of shoes based on the marketing information and studying regional features of consumer demand. Managing competitiveness shoes at shoe factories in southern and North Caucasus Federal districts due to the frequent change of assortment and the growing influence of regional socio-economic factors. Improving the competitiveness of the shoe is only possible through the development of new models on the basis of marketing information and in-depth examination of the preferences of specific groups of customers, accelerate the change of range while maintaining or improving the efficiency of the production system. Management at shoe enterprises is being built very primitively—with few exceptions, the head of the company combines the functions and the General Director, and designer and head of sales department. With small production volumes justify themselves, this system today is growing—it becomes a hindrance. In order to give the producers opened a second breath, in our view, they need to move away from price competition. And that means we need to do more varied collections, use higher quality materials, expanding markets, but this requires the use of innovative manufacturing technologies on the basis of universal and multifunctional equipment.

Particularly relevant to enhancing competitiveness for shoe companies that due to external factors (increased competition due to globalization, the global financial crisis) and internal (inefficient management) have lost their competitive position on the domestic and foreign markets. In response to negative trends in the external environment strengthens the processes of regionalization and create different network structures, one of which is the Union of the commodity and the State.

The work is aimed at solving urgent problems of development of innovative technological processes of produc-

tion of footwear in enterprises situated in the regions of the SOUTHERN FEDERAL DISTRICT and the NORTH.

The effective development and operation of the cluster has an impact on the development of the regions of the SOUTHERN FEDERAL DISTRICT and the NORTH in following directions:

- implementation of projects that increase the competitiveness of regions;
- formation of conditions for regional development as an integrated system and realization of its competitive advantage in the domestic and foreign markets.

Each of these directions of the development of the regions is provided by a number of aspects relating to financial, tax and tariff, infrastructure and other resources to the regions.

This paper examines the possibility of a software product which allows you to calculate the cash flow from operating activities. This program is needed for a sales manager or marketer, controlling the sales process of specific models. As a result of the proposed settlement are getting a net inflow from operating activities. Reduction of sales leads to a decrease in cash flow and a call for a reduction in the sale price products to increase sales. If such an event does not increase cash flow, then there is a question about the continuing usefulness of this model.

Most often the company sells shoes through stores with payment after realization, concluding agreements with trade with an indication of the flow of funds to the account of the manufacturer.

In this case, if the shoes are in demand and implemented fully, the company receives the money in time is also required for the salaries, working assets, and other expenses for production development.

During the year the company produces 327903 pairs of shoes. When 100% of the products the company will receive

the proceeds in the amount of 392202.1 thou. rub. However, this situation is not always for the same sale autumn shoes 80% of the total will reach production-profit decline by 43.15% and will be only 1178 rub., the same shoe less 47.4% of volume production will bring only losses of the enterprise. Due to a shortage of funds has to reduce production, delaying the payment of salaries to the workers, for now the managers are responsible, sometimes even criminal. When this situation occurs, you need to bring debt to cover costs and the subsequent release of products that are currently associated with certain difficulties: substantially increased interest for the credit (up to 18%), and reduced repayment terms, etc., leading to even greater increases in production costs.

Shoe companies should focus on both the external (Enterprise consumers, competition, market conjecture, etc.), and internal factors such as sales volume, profitability, covering basic expenses, etc. However, it is impossible to anticipate every situation that may arise in the implementation of the shoe, that is some shoes at a certain stage are not in demand. In this case should be different, usually not openly flaunted the marketing side: If the shoes, even without taking into account the requirements of the market, has already taken place, it is necessary to implement. For this purpose, to respond to lower prices of competitors, it is necessary to reduce excessive stockpiles, get rid of damaged, defective shoe, eliminate residues, attract more consumers, encourage the consumption of footwear with discounts. But it is not the panacea for ills.

Need a good assortment policy to produce competitive men's, women's and children's footwear with taking into account factors that affect its consumer demand; namely:

- compliance with the main fashion trends,
- take into account the economic, social and climatic features of the regions of the SOUTHERN FEDERAL DISTRICT and the NORTH;
- the use of modern innovative technological processes;
- create the elite consumer to meet their demand for shoes made using manual.

Therefore, only joint efforts of regional and municipal authorities and business leaders would provoke a situation when due to technical and economic parameters of activity of the enterprises located in these regions, really will be the basis for significant improvement in the social situation of the inhabitants of those regions, which, for the most part, they are a one-company town. To confirm these findings in table 1 shows the effect of incoming cash flow when tracking implementation on the example of only certain types of shoes for each month.

The results confirmed high efficiency of application software developed by the authors to monitor the financial status of enterprises to ensure their stability and high TEC by ensuring demand for competitive in domestic markets with volatile demand.

Most often the company sells shoes through stores with payment after realization, concluding agreements with trade

with an indication of the flow of funds to the account of the manufacturer.

WTO documents governing quality, coded the principles on which relations, as far as the normative technical base, it defines the maximum allowable value. The consolidation, which is in economic agreements by States parties is a matter of Customs Union Treaty. The contract typically require modernization, associated with new or discovered circumstances. In economic policy, there are various work-arounds. By the way, the USSR has accumulated great experience in bypass, actively enjoyed them, acquiring modern quality products in Western Europe, and in North America. Today the effective economic policies should aim at the improvement of all instruments in quality management. The road map for the great powers to single-activates all the factors responsible for the high-quality result. These factors developed in the RUNTIME STORAGE CONTROL is so specifically and comprehensively to argue: this card is effective as a guide for management for the foreseeable future. It takes into account all manifestations of highly-qualified professional activity. Formally, the duties imposed on the Customs Union, complicating the transition to European standards of quality control. In fact, thanks to the same WTO rules, adapted to the historical, socio-economic and cultural characteristics of such disparate States, real enough to gently break the established legal and institutional barriers. The ISO 9000 series of standards in all of its versions-it is simply a set of common requirements for building enterprise management system, without which it is impossible to guarantee the declared product quality. But they reflect only one thing-cannot ensure that there will be the quality of the product. To this we add: standards stipulate what to do. How do you do that, you must define the objective and subjective possibilities of the enterprise. The specificity and clarity of the instructions, the accuracy and consistency of action for their implementation are the basis of quality production. In situations where performance is difficult is known: do no harm, to stop the process at the time of removal of the cause of impossibility to act according to the instructions. Politically join WTO and Customs Union really hard. In the statutes of the WTO are required to participate in other similar instruments. Nevertheless, marked by contradiction not antagonistic. Envisaged time-to participate fully in the WTO bound volume; the legal framework may take technical and administrative, to remove the political burden with problems; There is a practice of *de Yuri* and *de facto*; impose a temporary moratorium; Edit source option contract taking into account the specific circumstances. Importantly, the Customs Union has proved its usefulness in practice. Now the Caterpillar can turn into a butterfly. People, building relationships, is free to do anything that provided a natural development, based on the specific circumstances and the time of activity.

A range of problem-specific products, their individual series determine the ratio between «old» and «new» goods, goods of single and serial production, «normal» goods.

When the range of problems of prices, quality, warranty, service, whether the producer of play a leadership role in the creation of entirely new kinds of food or forced to follow other manufacturers.

A range of enterprise development is preceded by the product concept. It is designed to build the optimal product structure, product proposals, on the basis of the accepted, on the one hand, consumer requirements of certain groups (segments), and on the other, the need to ensure the most efficient use of enterprise commodity, technological, financial and other resources in order to produce low-cost products.

The product concept is expressed in the form of a system of indicators of possible optimal development product range this kind of goods. These indicators include: diversity of species and varieties of goods (incl. typology of consumers); the level and frequency range; level and the ratio of prices for products of this type, etc.

System of formation of assortment includes the following highlights:

- identification of current and future customer needs, an analysis of how to use the shoe and features of consumer behavior in the relevant market;
- evaluation of existing analogues of competitors;
- critical appraisal of enterprise products in the same product, but from the perspective of the buyer;
- the decision of which products should be added to the range, and which are excluded from it because of the change in the level of competitiveness; whether to diversify the products at the expense of other areas of production beyond its current profile;
- consideration of proposals on the establishment of a new shoe models, improvement of existing;
- development of specifications of new or improved models in accordance with the requirements of customers;

— explore the possibilities for the production of new or improved models, including prices, production costs and profitability;

— testing (testing) shoes with potential consumers in order to ascertain their suitability for key indicators;

— development of specific recommendations for the production units the enterprise on quality, style, price, naming, packaging, service, etc., in accordance with the results of tests proving the acceptability of product characteristics or triggering the need for change;

— evaluation and review of the whole range.

Of particular importance in this situation is that the role of the position of the range. The products can be classified in the following groups:

(A). the main group of products (which bring the main profit and are in the stage of growth);

B. -supporting group of goods (goods that stabilize sales and are in the stage of maturity);

In the. -strategic group of goods (goods that are designed to ensure the company's future profits);

G. -tactical group of goods (goods to boost sales of the main product group and in the process of growth and maturity);

D. is being developed by group of goods (goods that are not already present on the market, but in ready to enter the market);

(E). -goods going to market (that do not bring profits and should be removed from production, output from the market).

After that, it is necessary to determine the proportion of each group in the total volume of goods. For sustainable enterprise in the assortment: Group of products a and b must not be less than 70%.

Thus, it enables to assess the existing product range of the company, with the received profit, to assess the validity of planning range, its overall balance.

#### References:

1. Prokhorov V., Romanov I. a., L. b. Tomilina, Meleshko e. n., Tikhonov N. v. on the impact performance of the core enterprises, located in the SOUTHERN regions and the NORTH, shaping their social well-being, part 1. Bulletin of the University of Kazan. 2013.-v. 16. — No. 15. — S. 173–178.
2. Prokhorov V., Romanov I. a., L. b. Tomilina, Meleshko e. n., Tikhonov N. v. on the impact performance of the core enterprises, located in the SOUTHERN regions and the NORTH, shaping their social well-being, part 2. Bulletin of the University of Kazan, 2013. — TN 16. — No. 22. — C. 405–409.
3. Restructuring-as one of the most efficient forms of enterprise competitiveness in markets demand: monograph/N. Balanduk [et al.]; under Gen.Ed. Dr. Sci., Prof.V. Prokhorov. RUSSIAN STATE UNIVERSITY Of The South Was Growing Up. GOS. University of Economics and service. «-Mine: RUSSIAN SEI HPE «YURGUES SHAKHTY », 2012. —347 c.
4. Synergy of a competitive range of domestic footwear: monograph/V. t. Prokhorov [et al.]; under Gen.Ed. Dr. Sci., Prof. V. Prokhorov; ISOiP (branch) DSTU. Mine is: ISOiP (branch) DSTU, 2013. — 194 with.

## Создание архитектурно-ландшафтной среды и благоустройство водоохранной прибрежной полосы

Золотова Марьяна Сергеевна, аспирант  
Сочинский государственный университет

**Б**ереговая зона — это область взаимодействия суши и водоёма (водотока), состоящая, согласно СП 32–103–97 «Проектирование морских берегозащитных сооружений», из трех геоморфологических элементов: берега, подводного склона и пляжа.

Водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии (среднепогодное положение уреза воды) морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

В границах водоохраных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территориях которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности.

Прибрежная полоса играет важную роль в формировании архитектурно-планировочной структуры города, выполняя при этом множество функций, например, транспортную, хозяйственную, экономическую, экологическую, рекреационную.

Далеко не всегда прибрежная полоса обустроена таким образом, чтобы выполнять множество функций, которые ей определены. Более того, плохо оборудованная в инженерном отношении, она гораздо быстрее и интенсивнее, чем в естественных условиях, страдает от неблагоприятных воздействий (наводнений, эрозии, механических повреждений и т.д.). Поэтому инженерная защита и благоустройство прибрежной полосы в городах — важные

архитектурно-планировочные задачи, которые, в зависимости от конкретных условий, решаются различными приемами. Комплекс этих приемов и методов и определяет понятие благоустройство береговой зоны. [1]

Особо актуален этот вопрос в условиях приморского курортного города такого, как Сочи, так как прибрежная полоса в данном случае является основной градостроительной осью. Этим отчасти и объясняется то, что город протянулся с северо-запада на юго-восток на 105 км.

Прибрежная полоса с размещенными на ней морскими портами, терминалами, молами, набережными и многочисленными пляжами в совокупности с мягким климатом и теплым морем составляют рекреационную привлекательность города, как курорта. Значительная часть градостроительных предприятий (санаториев, пансионатов, баз отдыха и лечебниц) имеет выход к прибрежной полосе. Несмотря на значимость, состояние прибрежной полосы нельзя назвать удовлетворительным. Основными проблемами являются хаотичная застройка прибрежных территорий, недостаточное количество и качество берегозащитных и противооползневых сооружений, нарушение технических требований при их строительстве и эксплуатации, размеры пляжей не обеспечивают защиту берегов и не отвечают рекреационным требованиям курорта, пляжи и берегозащитные сооружения надлежащим образом не эксплуатируются и не ремонтируются. В течение последнего десятилетия в береговой зоне моря происходило прогрессирующее сокращение пляжной полосы, объемов пляжных и донных наносов. Средняя ширина пляжей сократилась (рис. 1).

Во многом такое положение дел объясняется тем, что большинство берегозащитных и пляжеудерживающих



Рис. 1. Пляжи Лазаревского района г. Сочи



Рис. 2. Пляжи с разрушенными берегозащитными сооружениями, г. Сочи

сооружений возводилось не с целью создания рекреационной среды, а для защиты железнодорожного полотна, протянувшегося вдоль всей береговой полосы города. В связи с этим на некоторых участках были возведены сооружения (каменно-набросные буны), которые не позволяют использовать прибрежную зону в качестве пляжей по санитарным нормам (согласно п. 10.12. главы 10 «Требования техники безопасности» СП 32–103–97 «Проектирование морских берегозащитных сооружений» [3]). Значительный процент берегоукрепительных сооружений имеет недопустимые разрушения и деформации, захламляя тем самым берег (рис. 2).

Таким образом, прибрежная полоса требует проведения комплекса мероприятий по ее реконструкции и развитию. Модернизация железной дороги дала очередной толчок к созданию новых пляжей за счёт отсыпки гравийной защитной полосы. ОАО «РДЖ» возводит новые и реконструирует старые берегоукрепительные сооружения. В связи с этими масштабными работами должен быть проведен комплекс мероприятий по созданию архитектурно-ландшафтной среды, благоустройству имеющихся городских пляжей, направленный на улучшение рекреационных и экологических свойств прибрежной зоны.

В данном контексте необходимо решить вопрос создания системы перехвата и очистки сточных вод. На территории города Сочи в море впадает несколько десятков рек, каждая из которых собирает поверхностные воды со всей территории своего бассейна, в том числе с территории жилой застройки, значительная часть которой не имеет централизованной канализационной системы. Таким образом, в море, минуя какую-либо очистку, попадает огромный объем воды, содержащий разного рода загрязнения. Перехватить для дальнейшей очистки и выпуска в море воду представляется возможным лишь в непосредственной близости с прибрежной полосой. Для этого необходимо создание централизованной ливневой канализации и строительство комплекса локальных очистных сооружений.

При всем при этом стоит учитывать, что из всех систем берегозащитных мероприятий, при прочих равных условиях, лучшей является свободный пляж.

Большинство существующих пляжей здравниц и санаториев были запроектированы согласно ВСН 23–75. «Ведомственные строительные нормы. Инструкция по планировке и застройке курортов и зон отдыха», нормативная площадь пляжей в расчете на одно место составляла:

- в специализированных санаториях (лечебные пляжи) 8–12 м<sup>2</sup>;
- в климатических санаториях, учреждениях отдыха и туризма 5 м<sup>2</sup>;
- в детских учреждениях 4 м<sup>2</sup>.

При этом в бальнеологических, детских и специализированных санаториях пляжами одновременно пользуются 40% лечащихся, в климатических санаториях и санаторных пансионатах 80%, в учреждениях отдыха и туризма 90%, в детских лагерях 50%. [4]

В настоящее время в данном разделе действуют следующие нормативы: размеры территорий пляжей, размещаемых в курортных зонах и зонах отдыха, следует принимать не менее 5 м<sup>2</sup> на одного посетителя, размеры территории специализированных лечебных пляжей для лечащихся с ограниченной подвижностью следует принимать из расчета 8–12 м<sup>2</sup> на одного посетителя.

Рассчитывать численность единовременных посетителей на пляжах следует с учетом коэффициентов одновременной загрузки пляжей:

- Санаториев 0,6–0,8
- Учреждений отдыха и туризма 0,7–0,9
- Пионерских лагерей 0,5–1,0
- Общего пользования для местного населения 0,2
- Отдыхающих без путевок 0,5 [5]

Из приведенных данных видно, что в основном изменился норматив численности единовременных посетителей, тогда как нормативные площади остались прежними.

К определению площади пляжа можно подойти двояко. Из геометрических соображений очевидно, что  $S_p = Lh$ , а,

исходя из нормативных данных, площадь пляжа определяется как  $S_p = C_p N_p$ , откуда:

$$Lh = C_p N_p.$$

Минимальная норма протяженности береговой полосы для морских пляжей принимается 0,2 м на человека [5]. Пропускная способность даже очень глубоких пляжей лимитируется нормой протяженности берега. Как показали исследования, во Франции, Болгарии, Румынии, даже при очень глубоких пляжах их протяженность из расчета на одного человека составляет не менее 0,3 м.

Расчетная норма протяженности пляжа  $L_0$  зависит от фактической глубины пляжа (ширина галечной или песчаной части) —  $h$  и принимаемой нормативной площади его использования  $N_p$ :

$$L_0 = N_p / h \text{ при } L_{0\min} = 0,2 \text{ м/чел.}$$

$S_p$  — площадь пляжа;

$L$  — длина береговой полосы;

$h$  — глубина пляжа;

$C_p$  — численность отдыхающих на пляже;

$N_p$  — норма площади пляжа на одного отдыхающего;

$L_0$  — протяженность пляжа на одного отдыхающего. [2]

На территории пляжа следует предусматривать три планировочные зоны, различные по функциональному назначению: пляжная, активного отдыха и тихого отдыха.

Пляжная зона — открытое пространство шириной до 30–40 м предназначается для принятия солнечных ванн и располагается непосредственно у уреза воды. Эта зона имеет наибольшую плотность заполнения.

В зоне активного отдыха, располагаемой за пляжем, размещаются участки и площадки для волейбола, баскетбола, настольного тенниса, бадминтона и др. Ширина этой зоны может колебаться в значительных пределах — от 15 до 40–50 м в зависимости от наличия свободной территории и общего планировочного решения прибрежной полосы. Как правило, она имеет меньшую плотность заполнения, чем предыдущая.

Зона тихого отдыха предназначается для прогулок и отдыха в тени, среди зеленых насаждений, территория которых должна занимать не менее 20 % от всей прибрежной полосы. Она оборудуется площадками для отдыха, беседками, прогулочными дорожками.

Такое планировочное решение территории пляжа следует считать наиболее целесообразным, однако оно не всегда возможно. Большое влияние на планировку пляжа оказывают местные условия, в первую очередь рельеф и площадь прибрежной полосы, наличие зеленых насаждений и пр. Наиболее сложно этого достигнуть на морских пляжах с крутыми берегами.

В случае неблагоприятных для пляжа грунтов может устраиваться искусственное покрытие из привозного материала.

На пляжах должно размещаться оборудование для создания тени (зонты, навесы), гардеробы и кабины для переодевания, души, скамьи и лежаки, туалеты, места для сбора мусора и пр. Для естественных, так называемых, «диких» пляжей вдоль пляжной полосы следует прокладывать

распределительную аллею (набережную), отделенную от пляжа полосой зеленых насаждений и соединенную с ним проходами. Данная аллея служит также для защиты пляжа от загрязненного стока поверхностных вод, поступающих к нему со склонов водосборных бассейнов прибрежной зоны, расположенных выше береговой полосы. [1]

**Все** мероприятия по инженерной защите и благоустройству прибрежной полосы — строительство причалов, набережных, прогулочных аллей, сходов, пляжей, озеленение территории и др. следует разрабатывать с учетом характера использования данного участка. А также в виду того, что разработать проект развития всей прибрежной зоны не представляется возможным в данных экономических условиях, целесообразно разделить протяженную прибрежную полосу города с учетом бассейнового принципа и решать задачи благоустройства, в том числе, в зоне устья реки или ручья, внутри каждого конкретного сектора, так как часто их функции сильно разнятся.

На фоне проведения данных мероприятий могут быть решены задачи не только по созданию рекреационной и лечебной среды для отдыхающих, не только по внедрению комплекса водосборных и водоочистных систем, но и по созданию зон отдыха для местного населения. Несмотря на то, что более 80 % территории города — это площади особо охраняемых территорий и объектов, которые представляют собой земли Кавказского природного биосферного заповедника, Сочинского общереспубликанского государственного природного заказника, Сочинского национального парка, в городе явно наблюдается дефицит зеленых насаждений, скверов, парков, микрорайонных садов в виду неконтролируемого увеличения плотности и хаотичности застройки (особенно в Центральном районе) при отсутствии комплексного плана озеленения и благоустройства.

Данную проблему можно решить посредством создания комплексных набережных. В пределах набережной могут устраиваться озелененные зоны отдыха, пляжи, комплексы спортивных сооружений, причалы, и т.д. Большое значение отводится на набережной зеленым насаждениям и малым архитектурным формам, здесь могут разбиваться парки и скверы с прогулочными дорожками. Помимо прогулочных аллей на набережных устраиваются видовые площадки, площадки для отдыха, беседки, а также сходы к воде.

Ярким примером решения аналогичной с Сочи проблемы может служить реконструкция и благоустройство прибрежной полосы в Барселоне, Испания (Рис. 5–10).

Барселона всегда была крупнейшим портом в стране, но вот история развития пляжной береговой полосы берет свое начало со времен подготовки города к проведению Летних Олимпийских игр 1992 г. До этого времени в городе не было собственных пляжей и выхода к морю для прогулок, вся зона вдоль побережья использовалась под склады лесоматериалов и прочие портовые постройки. Именно реконструкция старых портовых зон под благоустроенную прогулочно-пляжную зону, протянувшаяся на 5 км, положила начало развитию морского фасада Бар-



Рис. 3. Барселона. 5–8 Пляжная зона после реконструкции

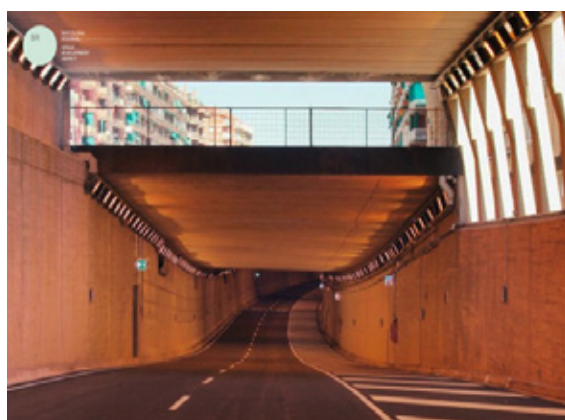


Рис. 4. Барселона. Перекрытые надстройкой железнодорожные пути в районе Сантс



Рис. 5. Перекрытые надстройкой железнодорожные пути в районе Сантс



селоны с его сегодняшними километрами пляжей, променадами, парками, клубами и ресторанами.

Была также решена проблема реконструкции района площади Серда — реконструкции важнейшего транспортного узла и прилегающей территории, в рамках которой удалось перенаправить транспортные потоки, «упрятать» магистрали под землю, а на поверхности создать общественное пространство. Решением проблемы стали многоуровневые туннели. Таким же образом пустили в туннель скоростное шоссе, а над ним устроили пешеходную зону — одну из самых живописных в Барселоне.

Литература:

1. Владимиров, В. В., Давидянц Г. Н., Расторгуев О. С., Шафран В. Л. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий — М.: Архитектура — С, 2004.
2. Ионов, И. И. Градостроительные проблемы Черноморских курортов — М.: Стройиздат, 1979.
3. СП 32–103–97 «Проектирование морских берегозащитных сооружений» — М.: ТРАНССТРОЙ, 1998.
4. ВСН 23–75. Ведомственные строительные нормы. Инструкция по планировке и застройке курортов и зон отдыха — М.: Стройиздат, 1976.
5. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений — М.: ОАО «ЦПП», 2011

Данный удачный градостроительный опыт необходимо учесть и по возможности применять на территории нашей страны.

В виду того, что прибрежная территория Сочи является зоной тяготения отдыхающих и местного населения, зоной, где пролегает важная транспортная магистраль, целесообразно контролировать процесс развития и освоения данной территории, подходу к данному вопросу комплексно, для того, чтобы создать среду, способную к устойчивому развитию в сложных гидрологических и геологических условиях.

## Heat mode solar heating systems based on flat reflectors, sets on the north side of the building

Имомов Шухрат Боймаматович, старший преподаватель;  
Кузиев Олмос Анвар угли, студент;  
Абдигаффаров Абдурауф Абдирозик угли, студент;  
Алимардонов Хамидулла Абдиганиевич, студент;  
Мирзаёрова Махлиё Убайдулла қизи, студент  
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Traditionally, teplopriëmniki solar heating systems are strictly directed south orientation. Since teplopriëmniki are integral architectural and structural parts of the building, in many cases, urban planning, architectural, and other relief. Reasons, the southern orientation of the building itself, or teplopriëmnika not always possible.

The use of flat reflectors installed on the north side of the building, to extend the capabilities and uses of solar energy, increase the density of solar radiation in the plane teplopriëmnika [1].

To determine the thermal balance and thermal regime of the building + reflectors, pre-installed:

- 1) radiation and shadow modes of flat reflectors [2];
- 2) the thermal efficiency of the system and eksenergeticheskaya flat reflectors [1, 3];
- 3) The model is composed of the heat balance of the building + reflectors.

In drawing up the heat balance, the following conditions:

— Interacting components: the internal and external air, the building envelope, the system of flat reflectors;

— The impact of interior space on the heat balance is not considered;

— The walls, the ceiling, the floor is considered as a multi-layered windows and doors — both single-walled enclosures;

— The walls, combined with control and tambour premises are treated as multi-fencing with an air gap;

— With respect to the environment is seen as building a stand-alone object.

In general, the heat balance of the space is defined by:

$$Q_{nz} = Q_{mn}; \quad (1)$$

where  $Q_{nz}$  — total absorbed heat of solar radiation entering the room, W;

$Q_{mn}$  — total heat loss in the room watts.

The total solar radiation, which took place in the premises:

$$Q_{np} = Q_{np4} + Q_{np5}. \quad (2)$$

Суммарная солнечная радиация, поступающая через окно  $Q_{np5}$  and svetoproem  $Q_{np3}$ , It is given by:

$$Q_{np5} = (S_{np5} + D_{np5}) F_5; Q_{np3} = (S_{np3} + D_{np3}) F_3; \quad (3)$$

where  $S_{np}$  and  $D_{np}$  — density held direct and diffuse solar radiation  $W/m^2$ ;  $F_5$  and  $F_3$  — the surface area of the glass window and svetoproema  $m^2$ .

Direct solar radiation in svetoproem comes from reflectors:

$$S_{np3} = S_{np0} + 2 S_{np1} \sin \varepsilon; \quad (4)$$

where  $S_{np0}$ ,  $S_{np1}$  — direct solar radiation, coming from the middle and right + left reflectors,  $W/m^2$ ;  $\varepsilon$  — The angle of incidence to the plane of the heat, hail.

Solar radiation entering the room, and is absorbed by the inner surfaces of the heat receiving:

$$Q_{n25} = A_{np} Q_{np5}; Q_{n24} = A_m Q_{np3}; \quad (5)$$

$A_{np}$  — reduced coefficient of absorption of solar radiation by internal surfaces of the room;  $A_m$  — Absorption coefficient of solar radiation heat receiving.

The total heat loss in a room:

$$Q_{mn} = Q_{mo} + Q_b; \quad (6)$$

where  $Q_{mo}$  — heat loss through the fence,  $W$ ;  $Q_b$  — heat loss by infiltration of air watts.

The use of reflectors installed on the north side of the building, provides an increase in the density of solar radiation in the plane teplopriëmnika in 1.7–2 times.

The temperature regime of the premises considered in the period of least solar radiation (averages for December 19–22, 2009) and the period of the lowest outdoor temperature (20–23 January 2010) in terms of Karshi. In the period from 10–11 hours to 15 hours and the room temperature is higher than the standard value  $t_i = 20^\circ C$ . During this period it is necessary to accumulate excess heat of solar radiation. Study room temperature in the building + reflectors allows to predict the effectiveness of the system of reflectors installed on the north side of the building during the heating season.

#### References:

1. Imomov Sh. B, Kim V. D, Khayriddinov B. E. Thermal efficiency of flat reflectors installed on the north side of the building, passive solar heating systems // Solar technology. — T.: Fan. 2003. № 4, p. 39–44
2. Imomov Sh. B, Kim V. D, Khayriddinov B. E. Shading flat reflectors to passive solar heating systems. // Solar technology. 2003. № 2. p. 50–53.
3. Imomov Sh. B. Exergy efficiency of the system of flat reflectors installed on the north side of the building. // Science, Development and Youth. Scientific-practical conference materials. Karshi-2008. Nasaf, c. 245–247.

## Оценка весомости показателей качества бензина премиум «Евро-95», вид II

Карабань Василий Григорьевич, кандидат технических наук, доцент;  
Шипицына Алина Анатольевна, магистр  
Волгоградский государственный технический университет

*В работе проводится анализ весомости показателей качества бензина, приводятся данные статистического анализа и результаты экспертной оценки.*

**Ключевые слова:** стандартное отклонение, размах, экспертная оценка, показатель качества.

В соответствии с правилом Парето «80/20», лишь 20% показателей качества объекта имеют наибольшее значение при его оценке [1]. Для их выявления был проведен статистический анализ, в котором оценивались такие статистические характеристики как среднее значение, среднее квадратическое отклонение, размах значений и строился график рассеивания значений относительно предельно допустимо ГОСТ 51866–2002.

Анализ проводился по статистической выборке нефтеперерабатывающего завода за период 6 месяцев. Результаты значений представлены в таблице 1.

Были построены карты Шухарта. Анализ показал, что использование только статистических методов не позволяет решить указанную задачу. Поэтому были использованы методы экспертной оценки.

Задача относится к типу оценки характеристик и к проблеме I класса: с достаточным информационным потен-

циалом. Методы получения индивидуального мнения группы экспертов были выбраны показатели качества и их весовые коэффициенты. Для проверки достоверности экспертной оценки был рассчитан коэффициент конкордации.

Результаты экспертной оценки представлены в таблице 2.

Суммы, рассчитанные по столбцам таблицы 6, представляют усредненные оценки значимости каждого из факторов, рассчитанные по формуле (1):

$$A_i = \sum_{j=1}^m a_{i,j}, \quad (1)$$

где  $m$  — количество независимых экспертов, участвующих в оценке значимости факторов;

$n$  — количество независимых факторов, определяющих результаты протекания процесса;

Таблица 1. Результаты статистического анализа показателей качества бензина Премиум Евро-95, вид II

Показатель качества	Среднее	Стандартное отклонение	Размах
Октановое число по Исследовательскому и Моторному методам, <i>не менее 85,0/95,0</i>	95,1/85,3	0,1	0,3
Концентрация свинца, мг/дм <sup>3</sup> , <i>отсутствие</i>	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
Концентрация марганца, мг/дм <sup>3</sup> , <i>отсутствие</i>	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
Концентрация железа, г/дм <sup>3</sup> , <i>отсутствие</i>	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
Плотность при температуре 15 °С, кг/м <sup>3</sup> , <i>720–775</i>	741,0	2,6	9,3
Концентрация серы, мг/кг, <i>не более 10,0</i>	2,6	0,5	2,5
Устойчивость к окислению, мин, <i>не менее 360</i>	1400	0	0
Концентрация смол, промытых растворителем, мг на 100 см <sup>3</sup> бензина, <i>не более 5,0</i>	2,0	0,3	0,7
Коррозия медной пластинки (3ч при 50 °С), единицы по шкале, <i>класс 1</i>	Класс 1	-	-
Внешний вид, <i>прозрачный и чистый</i>	Прозрачный и чистый	-	-
Объемная доля олефиновых углеводородов, %, <i>не более 18</i>	0,1	0,1	0,3
Объемная доля ароматических углеводородов, %, <i>не более 35</i>	33,6	0,9	3,6
Объемная доля бензола, %, <i>не более 1,0</i>	0,7	0,1	0,5
Массовая доля кислорода, %, <i>не более 2,7</i>	1,4	0,3	1
Объемная доля оксигенатов, %, <i>отсутствие: — метанола</i>	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
Объемная доля оксигенатов, %, <i>не более 5,0: — этанола</i>	0	0	0
Объемная доля оксигенатов, %, <i>не более 10,0: — изопропилового спирта</i>	0	0	0
Объемная доля оксигенатов, %, <i>не более 10,0: — изобутилового спирта</i>	0	0	0
Объемная доля оксигенатов, %, <i>не более 7,0: — третбутилового спирта</i>	0	0	0
Объемная доля оксигенатов, %, <i>не более 15,0: — эфиров (C5 и выше)</i>	8,1	1,0	3,9
Объемная доля оксигенатов, %, <i>не более 10,0: — других оксигенатов</i>	0	0	0
Давление насыщенных паров (ДНП), кПА <i>не нормируется</i>	76,4	2,4	10,9
Фракционный состав: объемная доля испарившегося бензина, %, при температуре: 70 °С (И70)	35,9	1,7	7,1
Фракционный состав: объемная доля испарившегося бензина, %, при температуре: 100 °С (И100)	57,6	1,6	10,5
Фракционный состав: объемная доля испарившегося бензина, %, при температуре: 150 °С (И150), <i>не менее 75</i>	91,0	0,9	4,8
Фракционный состав: конец кипения, °С, <i>не выше 210,0</i>	185,6	2,2	13,5
Фракционный состав: остаток в колбе, % (по объему), <i>не более 2,0</i>	1,0	0,1	0,7
Плотность при температуре 20 °С, кг/м, <i>не нормируется</i>	736,5	2,6	9,3



$a_{i,j}$  — оценка значимости  $i$ -го фактора, сделанная  $j$ -м экспертом.

Так как оценки, выставленные каждым экспертом, представляют собой последовательные целые числа в интервале  $[1, p]$ , то средняя сумма рангов рассчитывается по формуле (2), зависит только от количества экспертов и количества факторов.

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} = \frac{n+1}{2} \times m. \quad (2)$$

Определим фактическую величину дисперсии оценок значимости по формуле (3), которая выражает несоответствие мнений экспертов в конкретном случае.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}{n-1}, \quad (3)$$

где  $n$  — количество независимых факторов, определяющих результаты протекания процесса;

$A_i$  — оценки значимости каждого из факторов;

$\bar{A}$  — средняя сумма рангов.

Определим фактическую величину дисперсии оценок значимости  $S^2$ :

$$S^2 = 691.3$$

Полное совпадение мнений экспертов может быть выражено максимально возможной величиной среднеквадратичного отклонения, определяемое по формуле (4):

$$S_{max}^2 = \frac{m^2 \times (n^2 - n)}{12 \times (n-1)}, \quad (4)$$

Литература:

1. Карабань, В. Г., Выбор рационального экспертного метода оценки коэффициентов весомости для комплексного показателя качества бесступенчатой механической передачи. / В. Г. Карабань, А. А. Шипицына // Сборник научных трудов SWorld. — Выпуск 3. Том 9. — Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2013. — ЦИТ: 313–0845. — с. 79–82.
2. Королева, Е. М. Уровень качества производства машин / Е. М. Королева, С. Н. Евстратов, К. Г. Белоусов // Вестник машиностроения. — 2005. — № 10. — с. 39–43

где  $m$  — количество независимых экспертов, участвующих в оценке значимости факторов;

$n$  — количество независимых факторов, определяющих результаты протекания процесса.

Определи максимально возможную величину среднеквадратичного отклонения  $S_{max}^2$ :

$$S_{max}^2 = \frac{5^2 \times (18^2 - 18)}{12 \times (18 - 1)} = 712.5$$

Относительная величина согласованности экспертов во мнениях определяется отношением  $S^2$  к  $S_{max}^2$ , по формуле (5):

$$W = \frac{S^2}{S_{max}^2}, \quad (5)$$

которое называют коэффициентом взаимной корреляции или коэффициентом конкордации.  $W$   $[0; 1]$ , причем если  $W=1$ , то это соответствует о полной согласованности мнений [1].

$$W = \frac{691.3}{712.5} = 0.97$$

**Выводы:**

- а) рассчитанный коэффициент конкордации  $W$ , говорит нам о согласованности мнений экспертов;
- б) наиболее важным показателем оценки качества бензина Премиум Евро-95, вид II, по мнению опрошенных экспертов, являются «Октановое число», «Массовая доля серы», «Объемная доля бензола» и «Плотность при 15°C».

## Модернизация производственного участка вагоноремонтного цеха

Карпов Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент;

Мутин Александр Валерьевич, студент

Иркутский государственный университет путей сообщения

Вагонное хозяйство сформировалось как самостоятельная отрасль железнодорожного транспорта в 1933 г. Важнейшее значение в совершенствовании перевозочного процесса принадлежит именно вагонному хозяйству, которое обеспечивает содержание вагонного парка в исправном состоянии. Сейчас основные фонды вагонного хозяйства составляют пятую часть основных фондов железнодорожного транспорта. На сегодняшний

день создана мощная материально-техническая база, а вагонный парк по своему техническому уровню является одним из лучших в мире. Также совершенствуется и структура вагонного парка, повысилась надежность вагонов и существенно возросла их грузоподъемность.

Безусловно, вагонное хозяйство непрерывно развивается. Особое внимание уделяется оптимизации межремонтных периодов и сроков службы вагонов, по-

вышению качества ремонтных работ, внедрению новых и совершенствованию существующих форм организации производства. На вагоноремонтных предприятиях совершенствуется система планирования и материального стимулирования с широким внедрением научной организации труда, специализации и прогрессивной технологии ремонта на основе широкого использования передовых достижений науки и практики.

Большое внимание уделяется развитию технической базы для текущего ремонта вагонов. Создаются крупные механизированные пункты подготовки вагонов к перевозкам, совершенствуется работа пунктов технического обслуживания, расположенных на сортировочных и участковых станциях. Широко внедряются средства механизации трудоемких процессов.

Вагоны при эксплуатации изнашиваются, и они периодически подвергаются различным видам ремонта, которые проводятся в депо.

Ремонт узлов вагонов сопровождается их разборкой. Так при ремонте тележки вагона, которая является опорой кузова, её надо отсоединить от вагона, выкатить, а вагон установить на временные стационарные или переносные опоры. Такими опорами являются ставлюги, которые используют в вагоноремонтном цехе. Ставлюга поворотная (рис. 1) применяется в качестве стационарной опоры кузова грузового вагона при проведении деповского или капитального ремонтов в условиях депо. Данная ставлюга предназначена для выставления и удержания различных типов вагонов при проведении работ по техническому обслуживанию и ремонту (рис. 2). В настоящее время в вагоносборочном цехе вагонного ремонтного депо станции

Иркутск-сортировочный г. Иркутск при ремонте вагона одновременно задействованы 4 такие стационарные опоры, расстояние между осями которых по длине составляет 7800 мм и 3800 мм по ширине. Применение стационарных опор создаёт неудобства в работе, так как вагоны различных типов, имея близкие по значению характеристики, некоторые общие параметры и совершенно одинаковые отдельные узлы, тем не менее, отличаются друг от друга в основном устройством и размером кузова. Размеры одного из вагонов представлены на рис. 3. При ремонте таких вагонов приходится использовать различные переносные опоры. Их перемещение по цеху и установка в нужное место производится мостовым краном. Это доставляет рабочим некоторые неудобства по причине того, что данная операция является трудоемкой и требующей строгого соблюдения техники безопасности.

Рассмотрев различные типы вагонов, было выявлено, что минимальное базовое расстояние у 4-осного вагона-хоппера модели 20–480 составляет 5870 мм, а максимальное у 4-осной платформы для перевозки лесоматериалов модели 23–4000 19000 мм [2, с. 4]. Отсюда делаем вывод, что необходимо создать такую конструкцию подвижной ставлюги, которая будет перемещаться в продольном направлении на расстояние до 19000 мм от стационарной опоры. Тогда в этом случае на производственном участке будет возможность производить ремонт вагонов всех типов.

В ремонтном депо используется индивидуальный метод ремонта, при котором ремонтируемый вагон разбирается на отдельные сборочные единицы, а они в свою очередь на детали. При этом все сборочные единицы и детали, за исключением заменяемых, не обезличиваются, а оста-



Рис. 1. Ставлюга стационарная поворотная

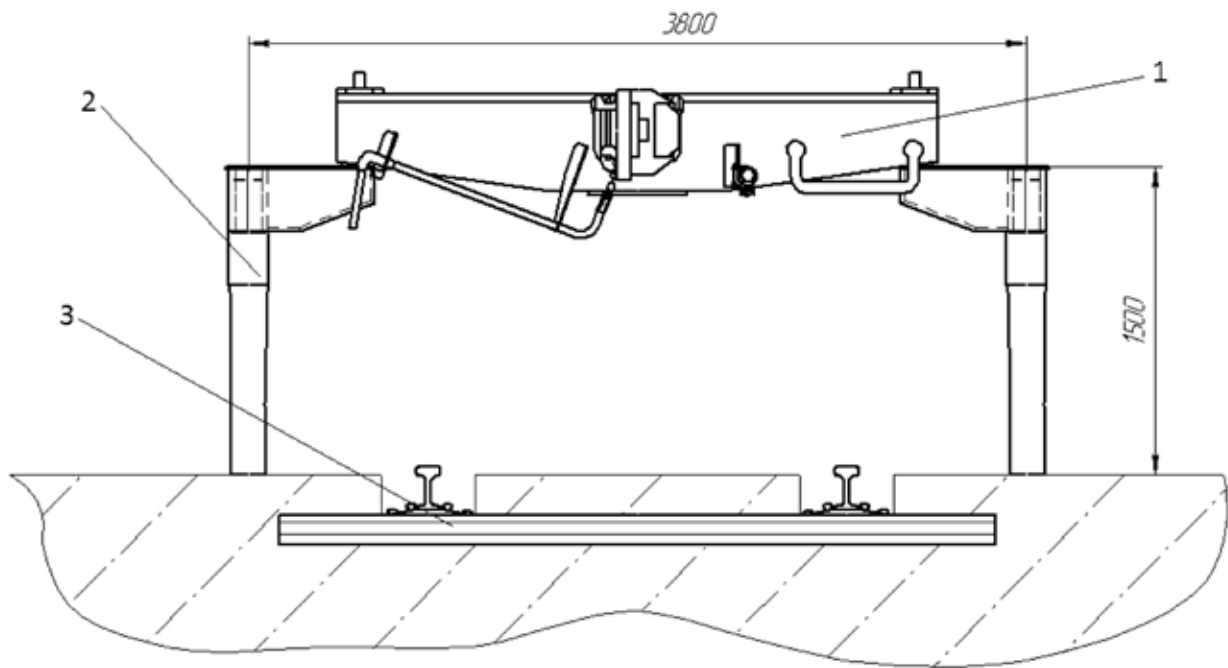


Рис. 2. Схема установки вагона на ставлюги: 1 — кузов вагона, 2 — ставлюга стационарная, поворотная. 3 — рельсовый путь.

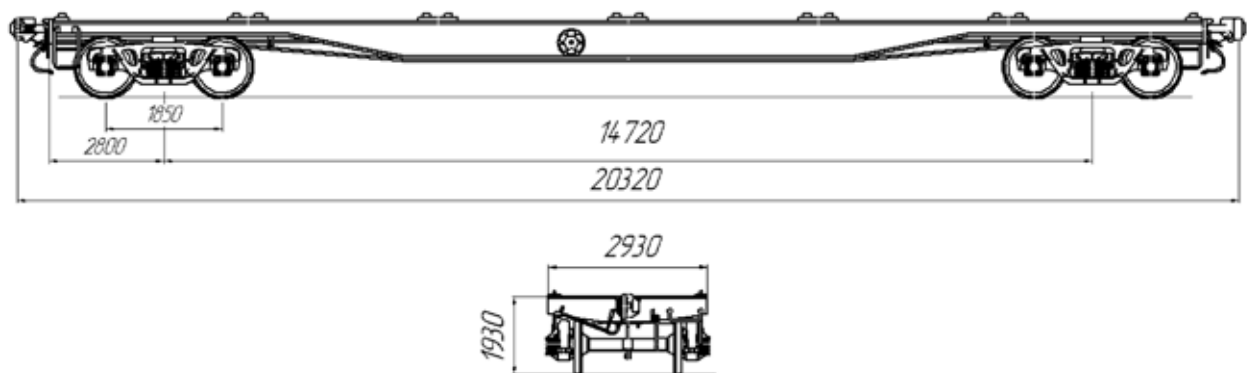


Рис. 3. Четырехосная платформа для крупнотоннажных контейнеров, модель 13–935А

ются принадлежностью данного агрегата и после ремонта устанавливаются по месту. Сборка агрегата в таком случае возможна только после готовности всех деталей. Конечно, индивидуальный способ ремонта отличается продолжительностью и высокой стоимостью работ. [1, с. 40]. Отсюда следует, что вагон долгое время находится в разобранном состоянии, а это значит, что конструкция опоры, на которой временно установлен кузов вагона, должна быть прочной, надежной и удобной в эксплуатации.

Было рассмотрено несколько схем подвижных опор.

На первых стадиях разработки была предложена конструкция (рис. 4), которая могла бы перемещаться по железнодорожным рельсам. Для нее планировалось сделать еще один путь большей колеи, а всю остальную конструкцию сохранить. Реализация данной схемы потребовала бы больших материальных затрат.

Другой вариант конструкции (рис. 5) будет придвигаться по тем же рельсам, что и сам вагон. Уже нет необходимости создавать новый путь. Путем придания опорам небольшого вертикального хода была снята нагрузка с колес, на которых перемещаются ставлюги. Решена проблема фиксации конструкции на рельсовом пути.

Второй вариант передвижной ставлюги разрабатывается в настоящее время.

Создание и внедрение такой конструкции позволит эффективнее использовать задействованные площади, даст возможность производить ремонт грузовых вагонов всех типов. Вагонное депо увеличит количество ремонтируемых вагонов, улучшит условия труда для работников, повысит надежность производственного процесса, снизит трудоемкость ремонтных работ, а также уменьшит транспортные затраты.

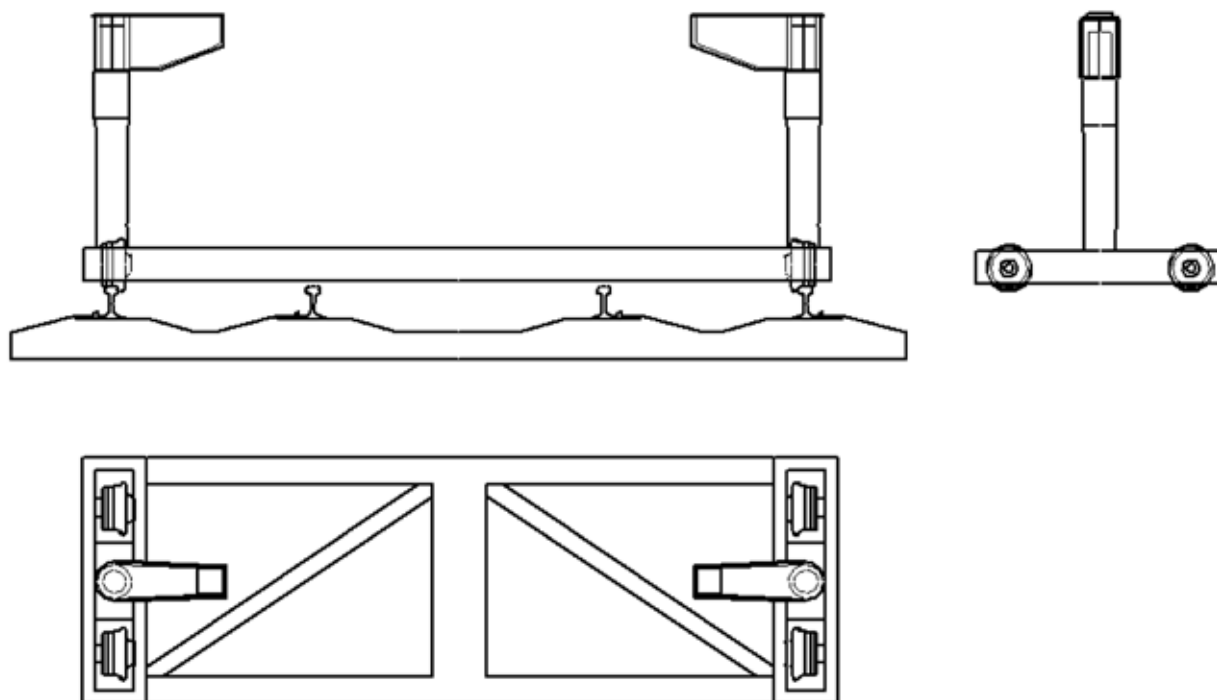


Рис. 4. Один из вариантов конструкция подвижной ставлюги

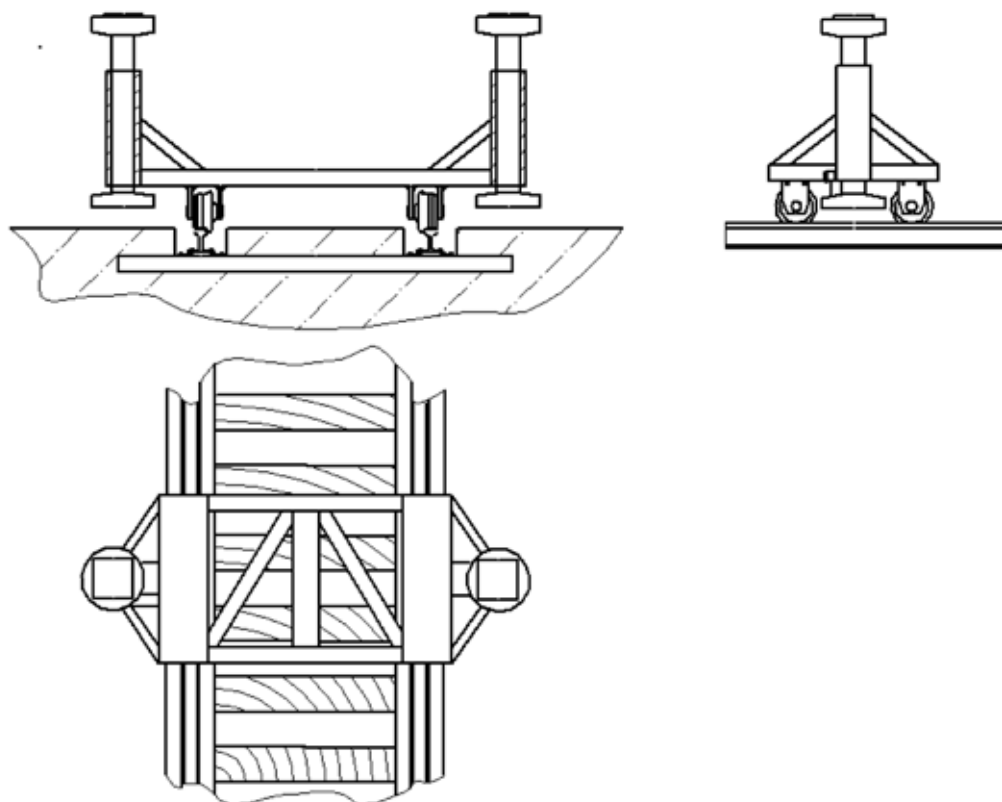


Рис. 5. Второй вариант конструкции передвижной ставлюги



Литература:

1. В. В. Быков, В. Е. Пигарев. Технология ремонта вагонов: Учебник для средних специальных учебных заведений ж.-д. трансп. — М.: Желдориздат, 2001. — 559 с.: ил.
2. Горшков, М. А. Грузовые вагоны колеи 1520 мм железных дорог (альбом справочник), 1998, стр. 283.

## Солнечное горячее водоснабжение в условиях г. Карши

Ким Владимир Душенович, кандидат технических наук, доцент  
Высшее танковое командно-инженерное училище (г. Карши, Узбекистан)

Холмирзаев Нодир Сулаймонович, кандидат технических наук, доцент;  
Умиров Хабибулла Баходирович, доцент  
Каршинский государственный университет (Узбекистан)

*На основе радиационных и метеорологических данных для г. Карши представлен годовой режим производительности системы солнечного горячего водоснабжения в условиях г. Карши.*

С повышением уровня жизни населения увеличивается потребность в горячем водоснабжении. С ростом цен на энергоносители возрастает экономическая и социальная значимость использования солнечной энергии в области горячего водоснабжения.

Кашкадарьинская область ( $38^{\circ}...40^{\circ}$  с ш.) располагает большими радиационно-климатическими ресурсами для широкого использования систем солнечного горячего водоснабжения.

Эффективность практического использования солнечной энергии для отопления и горячего водоснабжения основывается на следующих принципах:

- 1) Привязка к конкретному объекту, с учетом его назначения, конструктивных, строительных и архитектурных особенностей.
- 2) Специфика тепловой нагрузки, радиационно-климатические и географические условия.
- 3) Уровень экономических и технических возможностей, наличие других источников энергии.
- 4) Возможность применения комбинированных, дублирующих систем теплоснабжения.
- 5) Социально-бытовые условия, национальные и местные традиции.

Как известно солнечные системы горячего водоснабжения (ГВС) могут быть 1-но, 2-х и многоконтурными; с естественной (термосифонной) или принудительной циркуляцией. Основными элементами системы являются солнечный коллектор-водонагреватель и бак-аккумулятор (рис. 1).

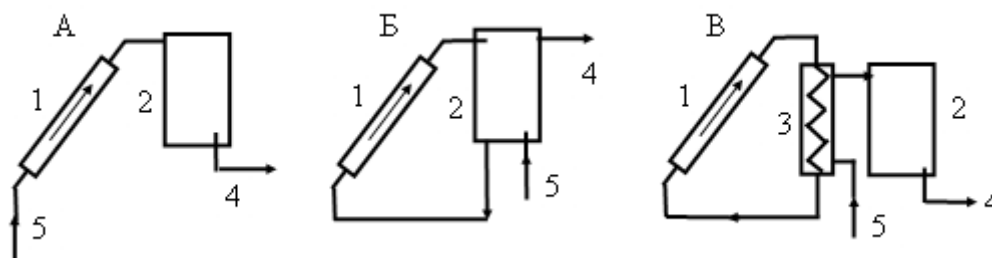


Рис. 1. Схемы систем солнечного горячего водоснабжения с естественной циркуляцией: А — одноконтурная проточная; Б и В — двухконтурные; 1 — солнечный коллектор; 2 — бак аккумулятора; 3 — теплообменник; 4 — горячая и 5 — холодная вода

Наиболее распространенными системами солнечного ГВС являются двухконтурные системы с баком-аккумулятором (рис. 1, Б, В) [1,2].

Рассмотрим эффективность системы солнечного ГВС в условиях г. Карши ( $39^{\circ}$  с ш.) для индивидуального хозяйства (семья) с числом жителей 5 человек. Принимаем двухконтурную систему солнечного ГВС с баком аккумулятором и с однослойным стеклянным покрытием солнечных коллекторов (СК), без дублёра.

Тепловая нагрузка на ГВС для бытовых нужд определяется суточным режимом потребления горячей воды на одного человека.

Тепловая нагрузка на ГВС определяется по формуле:

$$Q_{гв} = G_{гв1} C_p \rho m (t_{гв} - t_{хв}) n_d; \quad (1)$$

где  $G_{гв1}$  — суточный расход горячей воды на 1 человека, л/(чел.сут);

$C_p = 4190$  Дж/(кг К) — удельная теплоемкость воды, Дж/(кг К);

$\rho = 1$  кг/л — плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;

$t_{гв}, t_{хв}$  — температура горячей и холодной воды, °С;

$m$  — число жителей;

$n_d$  — число дней за период  $n$ .

По гигиеническим требованиям для городских жителей суточное потребление горячей воды на одного человека в среднем составляет  $G_{гв1} = 60 \dots 100$  л/(чел.сут), минимальная допустимая температура горячей воды  $t_{гв} = 60$  °С.

Интенсивность падающей солнечной радиации на поверхность СК определяется по формуле:

$$q_i = S P_S + D P_D; \quad (2)$$

где  $S, D$  — интенсивность прямой и рассеянной радиации, падающей на горизонтальную поверхность, Дж/м<sup>2</sup>;

$P_S, P_D$  — коэффициенты положения СК для прямой и рассеянной радиации.

Угол наклона СК южной ориентации  $\alpha$  относительно горизонта для установок работающих круглый год принимает равным широте местности  $\varphi$ , в летний период —  $\alpha = \varphi - 15^\circ$ , в зимний период —  $\alpha = \varphi + 15^\circ$  [4]. Принимаем  $\alpha = \varphi \approx 40^\circ$ .

Коэффициент положения СК для прямой радиации определяется уравнением:

$$P_S = \frac{\cos(\varphi - \alpha) \cos \delta \sin \omega_n + \frac{\pi}{180} \omega_n \sin(\varphi - \alpha) \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta \sin \omega_2 + \frac{\pi}{180} \omega_2 \sin \varphi \sin \delta}; \quad (3)$$

$$\omega_2 = \arccos(-\operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta); \quad \omega_n = \arccos[-\operatorname{tg}(\varphi - \alpha) \operatorname{tg} \delta]; \quad (3a)$$

где  $\delta$  — угол склонения солнца, град;

$\omega_2$  — часовой угол захода солнца для горизонтальной поверхности, град;

$\omega_n$  — часовой угол захода солнца для наклонной поверхности южной ориентации, град.

Коэффициент положения СК для рассеянной радиации определяется по формуле:

$$P_D = \cos(\alpha/2); \quad (3b)$$

Приведенная интенсивность поглощения солнечной радиации определяется уравнением:

$$q_{пр} = 0,96(S P_S B_S + D P_D B_D); \quad (4)$$

где  $B_S, B_D$  — приведенные оптические характеристики СК для прямой и рассеянной радиации.

Для одностекольных СК принимается  $B_S = 0,74; B_D = 0,64$ ;

для двухстекольных СК —  $B_S = 0,63; B_D = 0,42$ .

Площадь лучепоглощающей поверхности СК определяется по формуле:

$$F_{ск} = G_{гв} / \sum_i q_i; \quad (5)$$

где  $G_{гв}$  — суточный расход горячей воды, л/сут;

$q_i$  — часовая производительность солнечной установки на 1 м<sup>2</sup> поверхности СК, кг/м<sup>2</sup>;

$i$  — расчетные часы работы солнечной установки.

Часовая производительность солнечной установки определяется по формуле:

$$q_i = \frac{0,86 K_{np}}{\ln \left( \frac{t_{max i} - t_1}{t_{max i} - t_2} \right)}; \quad (6)$$

где  $K_{np}$  — приведенный коэффициент теплопотерь СК, Вт/(м<sup>2</sup> К);

$t_{max i}$  — равновесная температура каждого часа, °С

$t_1, t_2$  — температура воды на входе и выходе СК, °С.

Для одностекольных СК можно принять  $K_{np} = 8$  Вт/(м<sup>2</sup> К);

для двухстекольных —  $K_{np} = 5$  Вт/(м<sup>2</sup> К).

В двухконтурных системах температура воды на входе СК определяется по формуле:

$t_2 = t_{xb} + 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ; где  $t_{xb}$  — температура воды в водопроводной сети; температура воды на выходе СК определяется по формуле:  $t_f = t_{zb} + 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ; где  $t_{zb}$  — требуемая температура горячей воды.

Равновесная температура каждого часа определяется по формуле:

$$t_{\max i} = \frac{q_{npi}}{K_{np}} + t_{nvi}; \tag{7}$$

где  $q_{npi}$  — приведенная интенсивность поглощенной солнечной радиации, Вт/м<sup>2</sup>;

$t_{nvi}$  — температура наружного воздуха, °С.

При наличии дублёра площадь лучепоглощающей поверхности СК определяется по формуле:

$$F_{ск} = \frac{1,16G_{zb}(t_2 - t_1)}{\eta \sum_i q_i}; \tag{8}$$

где  $\eta$  — КПД солнечной установки ГВС.

Коэффициент полезного действия солнечной установки ГВС определяется по формуле:

$$\eta = 0,8 \left\{ \theta - \frac{9K_{np} [0,5(t_1 + t_2) - t_{нд}]}{\sum_i q_i} \right\}; \tag{9}$$

где  $\theta$  — приведенная оптическая характеристика СК.

$t_{нд}$  — средняя дневная температура воздуха, °С.

Приведенная оптическая характеристика СК может быть принята для одностекольных СК  $\theta=0,73$ ; для двухстекольных —  $\theta=0,63$ .

Расход топлива на нагревание воды определяется по формуле:

$$G_m = \frac{Q_{zb}}{Q_{нтс} \eta_{ка}}; \tag{10}$$

где  $Q_{нтс}$  — низшая теплота сгорания газообразного топлива, кДж/м<sup>3</sup>;

$\eta_{ка}$  — коэффициент полезного действия котельного агрегата.

В качестве топлива принимаем Мубарекский природный газ с низшей теплотой сгорания  $Q_{нтс}=38,989$  МДж/м<sup>3</sup>, КПД котельного агрегата —  $\eta_{ка}=0,55$ .

По приведенной методике производим расчет производительности солнечной установки ГВС. Как показывают расчеты, при норме потребления горячей воды  $G_{zb1}=60$  л/(чел.сут) и  $G_{zb2}=100$  л/(чел.сут), при площади СК  $F_{ск1}=4,3$  м<sup>2</sup> и  $F_{ск2}=7,2$  м<sup>2</sup> в летний период коэффициент замещения достигает  $f=1$  (таб. 1).

Объем бака аккумулятора ГВС определяется по формуле:

$$V_a = v_a F_{ск}; \tag{11}$$

где  $v_a=0,08$  м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> — удельный объем бака-аккумулятора на 1 м<sup>2</sup> площади СК.

Объем бака аккумулятора:

при  $G_{zb1}=60$  л/(чел.сут);  $F_{ск1}=4,3$  м<sup>2</sup>:  $V_{a1} = 0,08 \cdot 4,3=0,344$  м<sup>3</sup>=344 л;

при  $G_{zb1}=100$  л/(чел.сут);  $F_{ск2}=7,2$  м<sup>2</sup>:  $V_{a1} = 0,08 \cdot 7,2=0,576$  м<sup>3</sup>=576 л.

Таблица 1. Индекс 1 — при  $G_{zb1}=60$  л/(чел. сут); индекс 2 — при  $G_{zb2}=100$  л/(чел. сут)

Параметры		Месяцы											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$S_r$	МДж	3,86	5,58	7,31	10,43	15,66	19,62	18,92	17,91	15,20	9,28	4,93	2,80
$D_r$	м <sup>2</sup>	3,57	4,25	6,48	7,59	8,12	7,77	7,64	6,80	5,03	4,44	3,25	2,60
$Q_r$	сут	11,69	13,25	15,59	18,39	22,52	24,72	24,53	24,63	23,14	18,20	12,74	9,05
$Q_{np}$		8,0	9,05	10,53	12,42	15,31	16,9	16,78	16,92	16,01	12,56	8,77	6,21
$t_{нв}$	°С	1	5,7	9,8	16,1	22,7	27,5	30,1	28	21,7	14,5	8,2	4,3
$t_{нд}$		2,8	7,7	11,4	19,2	26,2	31,3	34,3	31,9	26,1	18,8	11,4	7,1
$t_{xb}$		17	16,7	17	17,5	18,2	19	19,5	20	19,7	19,2	18,5	17,7
$Q_{нд1}$	МДж	34,4	38,9	45,3	53,4	65,8	72,7	72,2	72,7	68,9	54,0	37,7	26,7
$Q_{нд2}$	сут	57,6	65,2	75,8	89,4	110,2	121,7	120,8	121,8	115,3	90,4	63,2	44,7

$Q_{гв1}$	МДж	78,1	71,1	78,1	74,7	76,0	71,1	73,6	72,7	70,9	74,1	73,0	76,9
$Q_{гв2}$	СУТ	130,2	118,4	130,2	124,6	126,6	120,2	122,7	121,1	118,1	123,6	121,6	128,1
f		0,44	0,55	0,58	0,71	0,87	1,0	0,98	1,0	0,97	0,73	0,52	0,35
$G_{м1}$	м <sup>3</sup>	34,42	38,93	45,27	53,4	65,84	72,68	72,16	72,75	68,86	53,99	37,73	26,7
$G_{м2}$	СУТ	57,64	65,19	75,8	89,42	110,2	121,7	120,8	212,8	115,3	90,41	63,17	44,7

Таким образом, в условиях г. Карши системы солнечного ГВС позволяют в зимнее время потребности в горячей воде на (35...50) %, в летнее время на (70...100) % обеспечивать за счет тепла солнечной энергии. Годовая экономия природного газа составляет 642,7...1076,2 м<sup>3</sup> в год. Увеличение площади солнечного коллектора более  $F_{к1} > 4,3 \text{ м}^2$  и  $F_{к2} > 7,2 \text{ м}^2$  приводит к излишкам производительности в летний период работы (рис. 2).

При использовании дублера площадь СК необходимо увеличить в 1,4 раза.

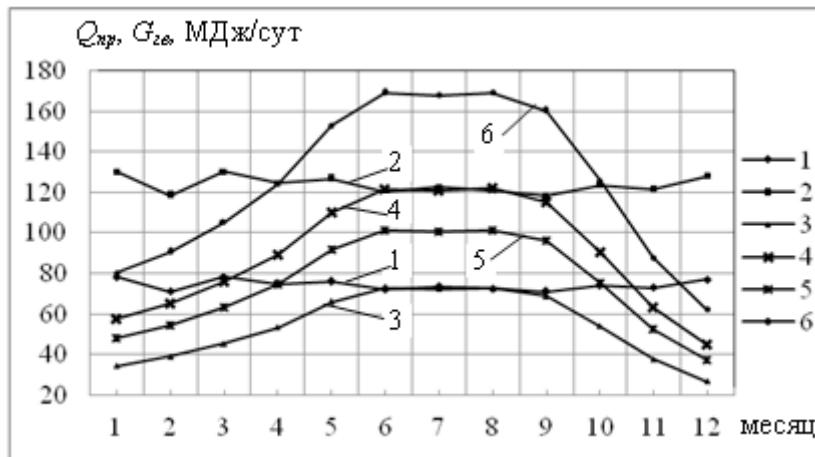


Рис. 2. Годовое изменение потребления горячей воды  $G_{гв}$  и производительности СК  $Q_{пр}$ : 1 —  $G_{гв1}$ ; 1 —  $G_{гв2}$ ; 3 —  $Q_{пр1}$  при  $F_{к1}=4,3 \text{ м}^2$ ; 4 —  $Q_{пр2}$  при  $F_{к2}=7,2 \text{ м}^2$ ; 5 —  $Q_{пр1}$  при  $F_{к1}=6 \text{ м}^2$ ; 6 —  $Q_{пр2}$  при  $F_{к2}=10 \text{ м}^2$ ;

Системы солнечного ГВС с естественной циркуляцией теплоносителя, при всей своей конструктивной и эксплуатационной простоте, имеют низкую производительность. Использование принудительной циркуляции теплоносителя позволяет увеличить производительность установки до 30% [2]. Принудительная циркуляция требует установки циркуляционных насосов, что приводит к незначительным дополнительным энергозатратам и конструктивным изменениям.

Приведенные данные производительности системы солнечного ГВС могут быть использованы в проектных расчетах систем солнечного ГВС в радиационно-климатических условиях г. Карши.

Литература:

1. Авезов, Р.Р., Орлов А. Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. — Т.: Фан. 1988. — 288 с.
2. Сарнацкий, Э.В., Чистович С. А. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. — М.: Стройиздат. 1990. — 328 с.
3. Дж.,А. Даффи, Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. — М.: Мир. 1977. — 420 с.
4. Установки солнечного горячего водоснабжения. Нормы проектирования. ВСН 52–86. — М.: Стройиздат. 1988. — 13 с.
5. Ким, В.Д., Хайридинов Б. Э., Холлиев Б. Ч. Радиационные и метеорологические режимы Кашкадарьинской области. — Карши.: 2000. — 73 с.

## Some hardships of first settlers on Mars

Киселева Мария Сергеевна, студент;  
Куимова Марина Валерьевна, кандидат педагогических наук, доцент  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Kiseleva Maria Sergeevna, student;  
Kuimova Marina Valeryevna, PhD in Methods of TFL  
National research Tomsk polytechnic university

*The Men of Earth came to Mars.  
They came because they were afraid or unafraid, because they were happy or unhappy,  
because they felt like Pilgrims or did not feel like Pilgrims.  
There was a reason for each man.  
Ray Bradbury, The Martian Chronicles*

Earth and Mars are miraculously alike though Mars is two times smaller than Earth. They are both in the life belt (optimal distance from the sun), rotate and revolve on an axis. Earth tilts at a declination of 23.5 degrees away from the plane of the ecliptic; Mars's declination is 25 degrees. A Martian day is only 40 minutes longer than a day on Earth. Earth's year is 365 days while on Mars the year is almost double, at 687 «Earth Days».

They both have:

- iron core and magnetic field which protects from space radiation;
- force of gravity (the gravity on *Mars* is only 38 % of that on Earth. A person who weighs 80 kg on Earth, would weigh only about 30 kg on Mars);
- nearly the same atmosphere (*Mars*' atmosphere is 95 % carbon dioxide, 13 % oxygen and other gases. The atmosphere on Earth is more dynamic and composed of 78 % nitrogen and 21 % oxygen and other gases);
- four seasons (owing to their declination);
- similar land features (volcanoes, channels, canyons, mountains, valleys, rivers and oceans);
- roughly the same amount of dry land surface area;
- water (though water is frozen on Mars) [7, 9].

In 2024 according to the international project, the first humans are scheduled to be sent to Mars. The return trip is the most expensive, complex and risky part of a mission to Mars as it requires developing a rocket that is capable to carry enough propellant to fly to Mars and provide the return flight. Therefore, the creation of a permanent settlement on Mars is far less complex, though it is not easy.

It is planned that four people will make the flight to Mars to become the first humans to live on another planet. Later, other spaceships with people will fly, and by 2035 there will be 44 people living on Mars.

The selected astronauts should be over 18. There are multiple requirements for them. Among them, there are character features that will help them to survive together:

- resiliency (strong spirit, to be at your best when things are at their worst, ability to do everything you need even in the most critical situation, ability to trust and do everything

you have to do under the control of another member of the team, ability to work purposefully and hard, a «Can do!» attitude, etc.);

- adaptability (ability to adapt to the situation and surroundings, etc.);
- inquisitiveness (ability to ask questions, willingness to share one's knowledge, etc.);
- ability to trust (ability to believe in yourself and maintain this ability in others, etc.);
- resourcefulness (flexibility in problem-solving, not to be limited to addressing only those approaches that you have been taught, good sense of humor, cheerful character, be aware of different forms of creativity, etc.) [8].

The first colonists should study the planet and pave the way for future migration from the Earth. Despite the obvious similarities between the two planets, humans could not survive in the present environment on Mars. Moreover, a present flight to Mars is not possible owing to the hardships that are not overcome yet:

1. safety. We still have not created a system to protect the astronauts from cosmic radiation during the flight to Mars. The International Space Station (ISS) flies not very high above the Earth, at an altitude of about 350 km. Thus the Earth partially protects the station from radiation and the ISS has special screens delaying radiation;
2. impacts of long-duration space flights. Many months in space and microgravity lead to:
  - muscle deterioration;
  - losses in bone mineral and osteoporosis;
  - the risks of kidney stones and bone fractures;
  - changes in cardiovascular physiology;
  - loss of blood volume;
  - post-flight anemia (low red blood cell levels);
  - disorientation and decreased neuromuscular coordination.

Space radiation can induce cataracts and cancer. High performance expectations, stress related to workload and long-term isolation cause stress, depression, intense anxiety, insomnia, fatigue, emotional instability, homesickness, interpersonal conflicts and social isolation.

3. life-support and survival system on Mars. (Who and how will they create the first modules on Mars capable of providing living for the settlers on Mars? Where will they get electricity, water, food?) [1, 2, 3, 4, 5];

On the whole, it is not possible to breath the atmosphere on Mars and it is very cold. Mars is located farther from the Sun than Earth. In winter, near the poles, temperatures can get down to  $-125^{\circ}\text{C}$  while on a summer day near the equator the temperature is up to  $+20^{\circ}\text{C}$ , but at night it can plummet to about  $-73^{\circ}\text{C}$ . The atmosphere on Mars will not protect

people from solar wind, other harmful rays and particles. So they will have to live in life support units and walk in space suits [6]. Furthermore, doctors think that the life span of the first settlers on Mars, in those conditions, will hardly exceed 20 years.

Thus, a human mission to Mars is expensive, complex and physically demanding. Journey time to Mars would be around 200 days. The flight and life on Mars present a variety of tasks and risks that have to be solved before launching to the red planet.

#### References:

1. Полюшко Д. А., Куимова М. В. Challenges of manned missions to Mars // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 293–295.
2. Сысоева Н. В., Куимова М. В. Some hazards of long-term space flights // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). с. 315–316.
3. Федотов Д. В., Куимова М. В. About astronaut training for space missions // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 331–332.
4. Carpenter R. D., Lang Th. F., Bloomfield S. A., Bloomberg J. J., Judex S., Keyak J. H., Midura R. J., Pajevic P. D. M. D., Ph. D. 7, Spatz J. M. Effects of long-duration spaceflight, microgravity, and radiation on the neuromuscular, sensorimotor, and skeletal systems // Journal of Cosmology, 2010. Vol. 12, Pp. 3778–3780.
5. Carpenter R. D., LeBlanc A. D., Evans H., Sibonga J. D., Lang T. F. Long-term changes in the density and structure of the human hip and spine after long-duration spaceflight // Acta Astronautica, 2010. № 67, Pp. 71–81.
6. Mars One mission: a one-way trip to the red planet in 2024 <http://www.theguardian.com/science/2015/feb/09/mars-one-mission-a-one-way-trip-to-the-red-planet-in-2024> (accessed May 23, 2015).
7. Phoenix Mars mission — Education — Mars 101 — Overview <http://phoenix.lpl.arizona.edu/mars101.php> (accessed May 23, 2015).
8. What are the qualifications to apply? <http://www.mars-one.com/faq/selection-and-preparation-of-the-astronauts/what-are-the-qualifications-to-apply> (accessed May 23, 2015).
9. What do Mars & Earth have in common? [http://www.ehow.com/info\\_10034859\\_mars-earth-common.html](http://www.ehow.com/info_10034859_mars-earth-common.html) (accessed May 23, 2015).

## Потенциальные характеристики точности синтезированных алгоритмов обработки информации в горизонтальном 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 горизонтальном 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 нерадитехнических измерителях, что позволяет получить большой положительный эффект при их объединении. Это обусловлено тем, что ошибки радиотехнических и нерадитехнических 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].

Пусть для горизонтального 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  $\mathbf{Y}_r^T(t_{k+1}) = [\mathbf{Y}_{r1}(t_{k+1}), \mathbf{Y}_{r2}(t_{k+1})]^T$  случайных процессов, которая может быть представлена в виде двух векторов наблюдения:

$$\mathbf{Y}_{r1}(t_{k+1}) = \mathbf{H}_{r1}(t_{k+1})\mathbf{X}_r(t_{k+1}) + \mathbf{U}_r(t_{k+1}); \tag{1}$$

$$\mathbf{Y}_{r2}(t_{k+1}) = \mathbf{H}_{r2}(t_{k+1})\mathbf{X}_r(t_{k+1}) + \Phi_1(t_{k+1})\mathbf{V}_1(t_{k+1}) + \Gamma_2(t_{k+1})\mathbf{N}_2(t_{k+1}) + \Gamma_2(t_{k+1})\mathbf{N}_2(t_{k+1}), \tag{2}$$

где  $\mathbf{H}_{r1}(t_{k+1})$ ,  $\mathbf{H}_{r2}(t_{k+1})$ ,  $\Phi_1(t_{k+1})$ ,  $\Gamma_2(t_{k+1})$  — известные матрицы;  $\mathbf{X}_r(t_{k+1})$  — вектор состояния;  $\mathbf{V}_1(t_{k+1})$  — вектор управления;  $\mathbf{U}_r(t_{k+1})$  — вектор окрашенных шумов наблюдения;  $\mathbf{N}_2(t_{k+1})$  — вектор белых шумов наблюдения.

Вектор  $\mathbf{U}_r(t_{k+1})$  окрашенных шумов наблюдения описывается стохастическим разностным уравнением:

$$U_r(t_{k+1}) = \Phi_u(t_{k+1}, t_k)U_r(t_k) + \Phi_{ux}(t_{k+1}, t_k)X_r(t_k) + \Gamma_u(t_k)N_u(t_k), \quad (3)$$

где  $N_u(t_k)$  — вектор формирующих белых гауссовских шумов;  $\Phi_u(t_{k+1}, t_k)$ ,  $\Phi_{ux}(t_{k+1}, t_k)$ ,  $\Gamma_u(t_k)$  — известные матрицы.

Вектор состояния для горизонтального канала представляет собой совокупность всех информационных и сопутствующих параметров, подлежащих оцениванию и описывается стохастическим разностным уравнением:

$$X_r(t_{k+1}) = \Phi_{xxr}(t_{k+1}, t_k)X_r(t_k) + \Gamma_{xr}(t_k)N_{xr}(t_k), \quad (4)$$

где  $\Phi_{xxr}(t_{k+1}, t_k)$ ,  $\Gamma_{xr}(t_k)$  — известные матрицы;  $N_{xr}(t_k)$  — формирующая последовательность независимых векторных гауссовских случайных величин с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.

На основе результатов теории марковских процессов [5] получим оптимальные, по критерию минимума среднего квадрата ошибки, алгоритмы комплексной цифровой обработки информации, когда часть наблюдений производится на фоне окрашенных шумов.

Вектор наблюдения  $Y_{r1}(t_{k+1})$  описываемый выражением (1) включает в свой состав наблюдения на выходе скоростного канала ИНС в дискретные моменты времени:

$$V_x^{\text{CPHC}}(t_{k+1}) = V_{xg}(t_{k+1}) + \sigma_{V_x}n_{V_x}(t_{k+1});$$

$$V_z^{\text{CPHC}}(t_{k+1}) = V_{zg}(t_{k+1}) + \sigma_{V_z}n_{V_z}(t_{k+1}).$$

Таким образом:

$$Y_{r1}(t_{k+1}) = [V_x^{\text{ИНС}}(t_{k+1}), V_z^{\text{ИНС}}(t_{k+1})]^T.$$

Согласно (1) и (3) окончательное выражение для  $Y_{r1}(t_{k+1})$  будет иметь вид:

$$+ \Phi_{ux}(t_{k+1}, t_k)X_r(t_k) + \Gamma_u(t_k)N_u(t_k) + \Phi_{ux}(t_{k+1}, t_k)X_r(t_k) + \Gamma_u(t_k)N_u(t_k), \quad (5)$$

где  $X_r(t_{k+1})$  — известный вектор состояния для горизонтального канала, включает в свой состав 8 компонент и имеет вид:

$$X_r(t_{k+1}) = [X_g(t_{k+1}), Z_g(t_{k+1}), V_{xg}(t_{k+1}), V_{zg}(t_{k+1}), a_{xg}(t_{k+1}), a_{zg}(t_{k+1}),$$

$$\Delta_{xn}(t_{k+1}), \Delta_{zn}(t_{k+1})]^T;$$

$H_{r1}(t_{k+1})$  — известная матрица, размерностью (2x8), которая, согласно компонентам вектора наблюдения  $Y_{r1}(t_{k+1})$  имеет вид:

$$H_{r1}(t_{k+1}) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \cos A(t_{k+1}) & \sin A(t_{k+1}) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\sin A(t_{k+1}) & \cos A(t_{k+1}) & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix};$$

$\Phi_u(t_{k+1}, t_k)$  — известная матрица, размерностью (2x2):

$$\Phi_u(t_{k+1}, t_k) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$U_r(t_k)$  — вектор окрашенных шумов наблюдения, размерностью (1x2):

$$U_r(t_k) = \begin{bmatrix} E_{xn}(t_{k+1}) \\ E_{zn}(t_{k+1}) \end{bmatrix};$$

$\Phi_{ux}(t_{k+1}, t_k)$  — известная матрица, размерностью (2x8):

$$\Phi_{ux}(t_{k+1}, t_k) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & T & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & T \end{bmatrix};$$

$\Gamma_u(t_k)$  — известная матрица, размерностью (2x2):



$$\Gamma_u(t_k) = \begin{bmatrix} \sigma_a \sqrt{\frac{2T}{\alpha_a}} & 0 \\ 0 & \sigma_a \sqrt{\frac{2T}{\alpha_a}} \end{bmatrix};$$

$N_u(t_k)$  — вектор формирующих белых гауссовских шумов, размерностью (1x2):

$$N_u(t_k) = \begin{bmatrix} n_{xa}(t_{k+1}) \\ n_{za}(t_{k+1}) \end{bmatrix};$$

Вектор наблюдения  $Y_{r2}(t_{k+1})$  описываемый выражением (2) включает в свой состав: наблюдения на выходе аппаратуры приема сигналов спутниковых радионавигационных систем в дискретные моменты времени:

$$x^{CPHC}(t_{k+1}) = X_g(t_{k+1}) + \sigma_x^{CPHC} n_x^{CPHC}(t_{k+1});$$

$$z^{CPHC}(t_{k+1}) = Z_g(t_{k+1}) + \sigma_z^{CPHC} n_z^{CPHC}(t_{k+1});$$

наблюдения на выходе аппаратуры приема сигналов от наземных сетевых систем в дискретные моменты времени:

$$x^{HCC}(t_{k+1}) = X_g(t_{k+1}) + \sigma_x^{HCC} n_x^{HCC}(t_{k+1});$$

$$z^{HCC}(t_{k+1}) = Z_g(t_{k+1}) + \sigma_z^{HCC} n_z^{HCC}(t_{k+1});$$

наблюдение на выходе датчика скорости:

$$V^{DC}(t_{k+1}) = [k_x(t_k) \cos A + k_z(t_k) \sin A] V_{xg}(t_{k+1}) + [k_x(t_k) \sin A - k_z(t_k) \cos A] V_{yg}(t_{k+1}) + k_y(t_k) V_{yg}(t_{k+1}) + \sigma n^{DC}(t_{k+1}),$$

где коэффициенты  $k_x$ ,  $k_y$  и  $k_z$  определяются выражениями:

$$k_x = \cos \vartheta_n^*(t_k) \cos \Psi_n^*(t_k); k_y = \sin \vartheta_n^*(t_k); k_z = -\cos \vartheta_n^*(t_k) \sin \Psi_n^*(t_k).$$

Таким образом:

$$Y_{r2}(t_{k+1}) = [x^{CPHC}(t_{k+1}), z^{CPHC}(t_{k+1}), x^{HCC}(t_{k+1}), z^{HCC}(t_{k+1}), V^{DC}(t_{k+1})]^T.$$

Окончательное выражение для  $Y_{r2}(t_{k+1})$  будет иметь вид:

$$Y_{r2}(t_{k+1}) = H_{r2}(t_{k+1}) X_r(t_{k+1}) + \Phi_1(t_{k+1}) V_1(t_{k+1}) + \Gamma_2(t_{k+1}) N_2, \tag{6}$$

где  $V_1(t_{k+1})$  — вектор управления:

$$V_1(t_{k+1}) = V_{yg}^*(t_k),$$

где  $V_{yg}^*(t_k)$  — оценка от вертикального канала в момент времени  $t_k$ ;

$H_{r2}(t_{k+1})$  — известная матрица, размерностью (5x8), которая, согласно компонентам вектора наблюдения  $Y_{r2}(t_{k+1})$  имеет вид:

$$H_{r2}(t_{k+1}) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & B & C & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

где

$$B = (\cos\vartheta_n^*(t_k)\cos\psi_n^*(t_k))\cos A + (\cos\vartheta_n^*(t_k)\sin\psi_n^*(t_k))\sin A;$$

$$C = (\cos\vartheta_n^*(t_k)\cos\psi_n^*(t_k))\sin A - (\cos\vartheta_n^*(t_k)\sin\psi_n^*(t_k))\cos A,$$

$\vartheta_n^*(t_k)$  и  $\psi_n^*(t_k)$  — оценки гироскопического крена и курса, которые получаются на основании оценки о векторе скорости объекта на  $t_k$  шаге, предполагаем, что эти углы постоянны на интервале времени  $(t_{k+1} - t_k)$ ;

$\Phi_1(t_{k+1})$  — известная матрица, размерностью (4x1):

$$\Phi_1(t_{k+1}) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \sin\vartheta_n^*(t_0) \end{bmatrix};$$

$\Gamma_2(t_{k+1})$  — известная матрица, размерностью (5x5):

$$\Gamma_2(t_{k+1}) = \begin{bmatrix} \sigma_x^{\text{CPHC}} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_z^{\text{CPHC}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_x^{\text{HHC}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma_z^{\text{HHC}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{\text{ДС}} \end{bmatrix};$$

$N_2(t_{k+1})$  — вектор белых шумов наблюдения, размерностью (1x5):

$$N_2(t_{k+1}) = \begin{bmatrix} n_x^{\text{CPHC}}(t_{k+1}) \\ n_z^{\text{CPHC}}(t_{k+1}) \\ n_x^{\text{HCC}}(t_{k+1}) \\ n_z^{\text{HCC}}(t_{k+1}) \\ n_{\text{ДС}}(t_{k+1}) \end{bmatrix}.$$

Согласно [5] оптимальная оценка для горизонтального канала  $X_r^*(t_{k+1})$  определяется выражением:

$$\begin{aligned} X_r^*(t_{k+1}) &= \Phi_{xxr}(t_{k+1}, t_k)X_r^*(t_k) + K_{r1}(t_{k+1})[Y_{r1}(t_{k+1}) - \\ &- \Phi_u(t_{k+1}, t_k)Y_{r1}(t_k) - H_{r1}(t_{k+1})\Phi_{xxr}(t_{k+1}, t_k)X_r^*(t_k) - \\ &- \Phi_{ux}(t_{k+1}, t_k)X_r^*(t_k) + H_{r1}(t_{k+1})\Phi_u(t_{k+1}, t_k)X_r^*(t_k)] + \\ &+ K_{r2}(t_{k+1})[Y_{r2}(t_{k+1}) - \Phi_1(t_{k+1})V_1(t_k) - H_{r2}(t_{k+1})\Phi_{xxr}(t_{k+1}, t_k)X_r^*(t_k)], \end{aligned} \tag{7}$$

где  $K_{r1}(t_{k+1})$  и  $K_{r2}(t_{k+1})$  вектор столбцы матрицы оптимальных коэффициентов передачи

$$K_r(t_{k+1}) = [K_{r1}(t_{k+1}) \quad K_{r2}(t_{k+1})], \tag{8}$$

определяемой соотношениями:

$$\begin{aligned} K_r(t_{k+1}) &= [\Phi_{xxr}(t_{k+1}, t_k)P_r(t_k)\Phi_{yxr}^T(t_{k+1}, t_k) + B_{xyr}] \cdot \\ &\cdot [B_{yyr} + \Phi_{yxr}(t_{k+1}, t_k)P_r(t_k)\Phi_{yxr}^T(t_{k+1}, t_k)]^{-1}; \end{aligned} \tag{9}$$

$$\begin{aligned} P_r(t_{k+1}) &= [\Phi_{xxr}(t_{k+1}, t_k)P_r(t_k)\Phi_{xxr}^T(t_{k+1}, t_k) + B_{xxr}] - \\ &- K_r(t_{k+1})[B_{xyr} + \Phi_{xxr}(t_{k+1}, t_k)P_r(t_k)\Phi_{yxr}^T(t_{k+1}, t_k)]^T, \end{aligned} \tag{10}$$

в которых  $P_r(t_{k+1})$  — матрица вторых центральных моментов (ковариаций) ошибок оценивания размером (8x8);

$\Phi_{yxr}(t_{k+1}, t_k), B_{xxr}, B_{xur}, B_{yur}$  блочные матрицы вида:

$$\Phi_{yxr}(t_{k+1}, t_k) = \left[ \frac{H_{r1}(t_{k+1})\Phi_{xxr}(t_{k+1}, t_k) - H_{r1}(t_{k+1})\Phi_u(t_{k+1}, t_k) + \Phi_{ux}(t_{k+1}, t_k)}{H_{r2}(t_{k+1})\Phi_{xxr}(t_{k+1}, t_k)} \right]; \tag{11}$$

$$B_{xxr} = [\Gamma_{xr}(t_{k+1}, t_k)\Gamma_{xr}^T(t_{k+1}, t_k)]; \tag{12}$$

$$B_{xur} = [B_{xy1} \ B_{xy2}] = [H_{r1}^T(t_{k+1})\Gamma_{xr}(t_{k+1}, t_k)\Gamma_{xr}^T(t_{k+1}, t_k) | H_{r2}^T(t_{k+1})\Gamma_{xr}(t_{k+1}, t_k)\Gamma_{xr}^T(t_{k+1}, t_k)]; \tag{13}$$

$$B_{yur} = \begin{bmatrix} B_{y1y1} & B_{y1y2} \\ B_{y2y1} & B_{y2y2} \end{bmatrix} = \left[ \frac{H_{r1}(t_{k+1})H_{r1}^T(t_{k+1})\Gamma_{xr}(t_{k+1}, t_k)\Gamma_{xr}^T(t_{k+1}, t_k) + \Gamma_u(t_{k+1}, t_k) \cdot H_{r2}(t_{k+1})H_{r1}^T(t_{k+1})\Gamma_{xr}(t_{k+1}, t_k)\Gamma_{xr}^T(t_{k+1}, t_k) | \Gamma_2(t_{k+1}, t_k) \cdot \Gamma_u^T(t_{k+1}, t_k) | H_{r1}(t_{k+1})H_{r2}^T(t_{k+1})\Gamma_{xr}(t_{k+1}, t_k)\Gamma_{xr}^T(t_{k+1}, t_k)}{\Gamma_2^T(t_{k+1}, t_k) + H_{r2}(t_{k+1})H_{r2}^T(t_{k+1})\Gamma_{xr}(t_{k+1}, t_k)\Gamma_{xr}^T(t_{k+1}, t_k)} \right]. \tag{14}$$

Алгоритмы (7) — (14) представляют собой комплексные оптимальные алгоритмы обработки информации навигационного комплекса наземного подвижного объекта и позволяют произвести оценивание координат местоположения и составляющих скорости движения объекта в горизонтальном канале.

Структурная схема, разработанная согласно алгоритмам обработки в горизонтальном канале (7) — (14) представлена на рисунке 1. В состав схем входят сумматоры, усилители и линии задержки.

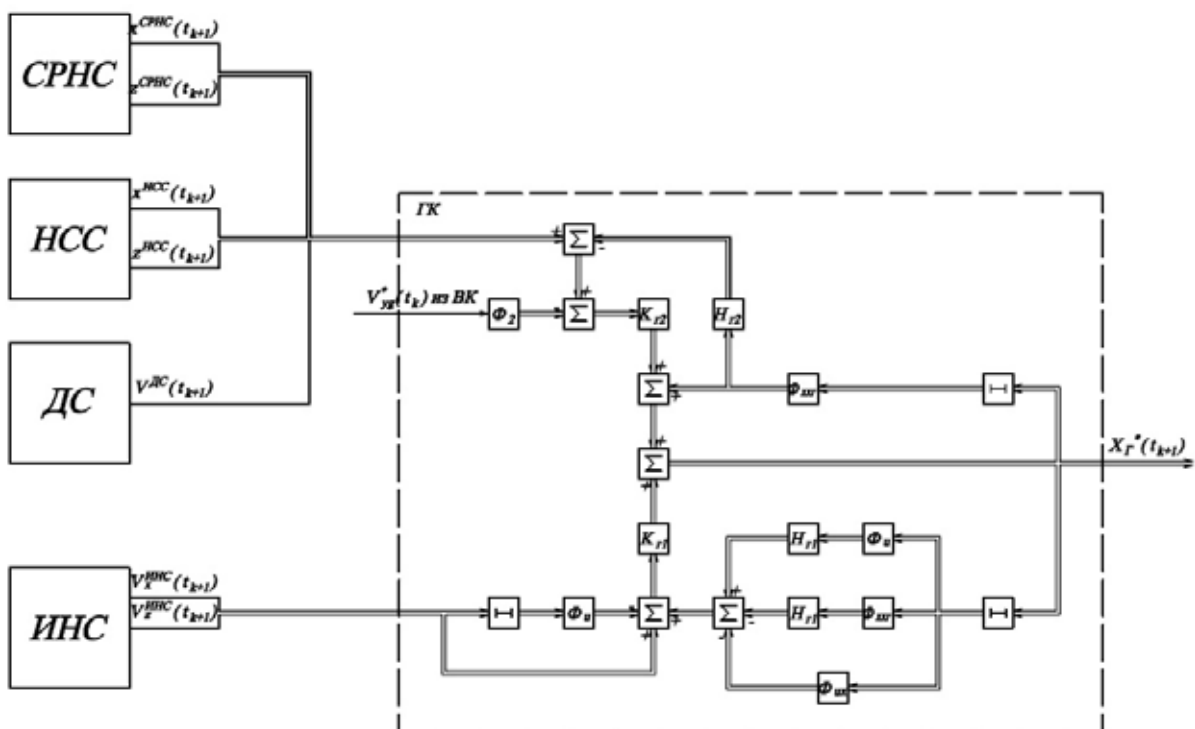


Рис. 1. Структурная схема обработки информации в горизонтальном канале

В состав структурной системы входят следующие системы и датчики:

- СРНС (аппаратура приема сигналов спутниковой радионавигационной аппаратуры);
- НСС (аппаратура приема сигналов наземных сетевых систем GSM и UMTS);
- ДС (датчик скорости);
- ИНС (инерциальная навигационная система);

Штриховой линией выделены следующие структурные блоки:

- ГК (структурная схема обработки информации в горизонтальном канале).
- Оценка потенциальных характеристик точности синтезированных алгоритмов осуществлялась при следующих значениях параметров:

- среднеквадратические ошибки измерения координат местоположения объекта спутниковыми радионавигационными системами  $\sigma_x^{СРНС} = \sigma_z^{СРНС} = 5 \text{ м}$ ;
- среднеквадратические ошибки измерения координат местоположения объекта наземными сетевыми системами  $\sigma_x^{НСС} = \sigma_z^{НСС} = 20 \text{ м}$ ;
- среднеквадратические ошибки измерения ускорения объекта  $\sigma_x^{ZIN} = \sigma_z^{ZIN} = 1,5 \text{ м/с}^2$ ;
- величина, обратная постоянной времени маневра (ширина спектра траекторных флуктуаций)  $\alpha = 0,2 \text{ с}^{-1}$ ;
- среднеквадратическая ошибка измерения скорости объекта датчиком скорости  $\sigma^{ДС} = 1 \text{ м/с}$ ;
- средние значения дисперсии флуктуационной погрешности для БИНС  $\sigma_a = 0,03 \text{ мс}^{-2}$ ;
- коэффициент, характеризующего ширину спектра погрешности БИНС  $\alpha_a = 50 \text{ с}^{-1}$ ;
- угол начальной выставки БИНС  $A = 0^0$ ;
- угол гироскопического курса  $\psi = 30^0$ ;
- угол гироскопического крена  $\vartheta = 0^0$ ;
- тактовый интервал времени выбирался равным  $T = 1 \text{ с}$ ;
- количество шагов дискретизации  $k = 60$ .

Начальные значения вторых центральных моментов ошибок оценивания компонент вектора состояния брались равными:

$$P_r(t_0) = \begin{bmatrix} 10000 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 10000 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,04 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,04 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,01 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,01 \end{bmatrix}$$

На рисунках 2–7 показаны зависимости среднеквадратических ошибок оценивания составляющих вектора состояния для горизонтального канала в течении 60 секунд.

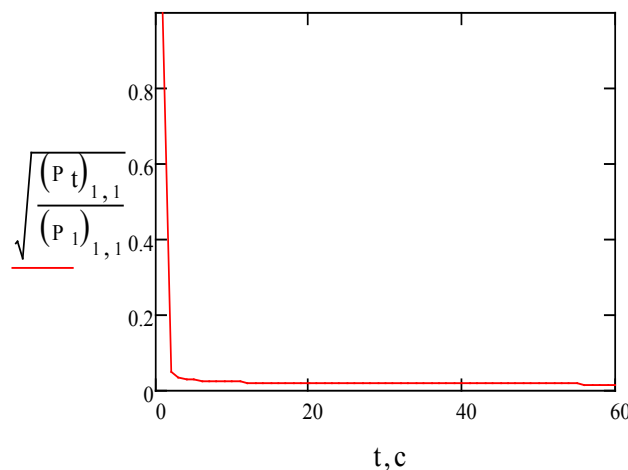


Рис. 2. Зависимость нормированной среднеквадратической ошибки оценивания координаты  $X_g$  местоположения наземного объекта по оси  $Ox$  нормальной земной системы координат от времени

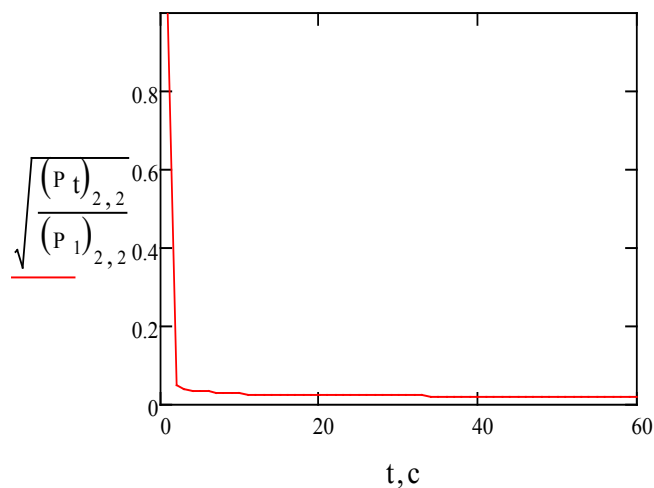


Рис. 3. Зависимость нормированной среднеквадратической ошибки оценивания координаты  $Z_g$  местоположения наземного объекта по оси  $OZ$  нормальной земной системы координат от времени

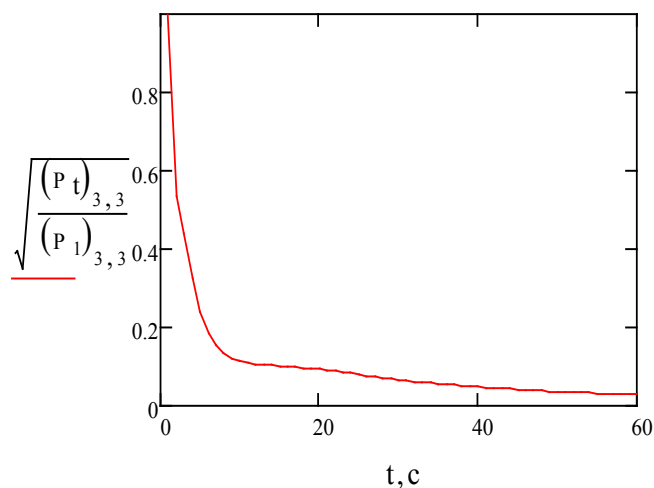


Рис. 4. Зависимость нормированной среднеквадратической ошибки оценивания скорости  $V_{xg}$  наземного объекта по оси  $OX$  нормальной земной системы координат от времени

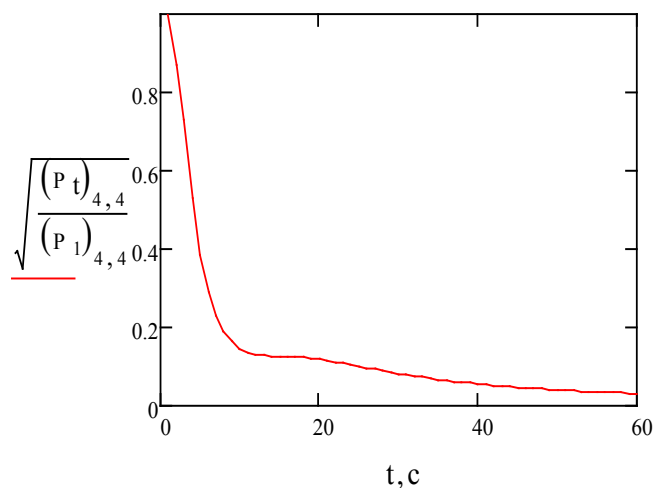


Рис. 5. Зависимость нормированной среднеквадратической ошибки оценивания скорости  $V_{zg}$  наземного объекта по оси  $OZ$  нормальной земной системы координат от времени

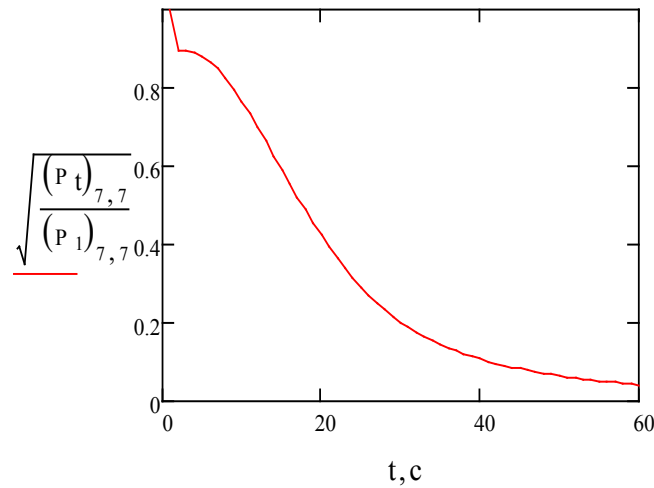


Рис. 6. Зависимость нормированной среднеквадратической ошибки постоянной составляющей ошибки  $\Delta_{xn}$  наземного объекта по оси  $OX$  нормальной земной системы координат от времени

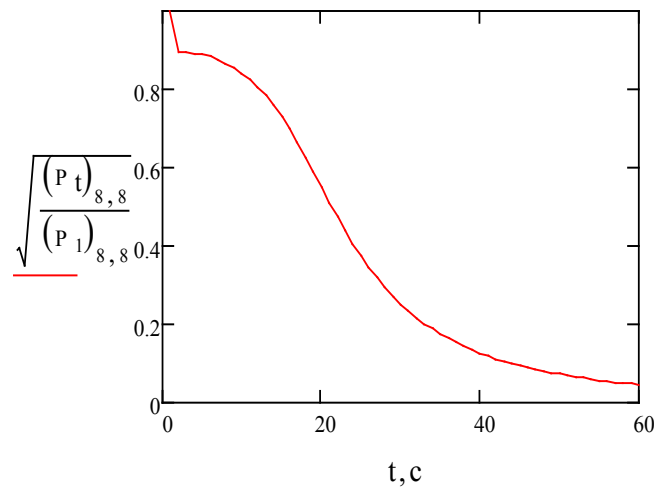


Рис. 7. Зависимость нормированной среднеквадратической ошибки постоянной составляющей ошибки  $\Delta_{zn}$  наземного объекта по оси  $OZ$  нормальной земной системы координат от времени

Через двадцать секунд среднеквадратические ошибки оценивания навигационных параметров не превышают следующих значений:

ошибка оценивания координаты  $\sigma_{x_g} = \sqrt{(P_{1,1})_{20}} \approx 2,16 \text{ м};$

ошибка оценивания координаты  $\sigma_{z_g} = \sqrt{(P_{2,2})_{20}} \approx 2,49 \text{ м};$

ошибка оценивания скорости  $\sigma_{v_{xg}} = \sqrt{(P_{3,3})_{20}} \approx 0,42 \text{ м/с};$

ошибка оценивания скорости  $\sigma_{v_{zg}} = \sqrt{(P_{4,4})_{20}} \approx 0,53 \text{ м/с};$

ошибка оценивания ускорения  $\sigma_{a_{xg}} = \sqrt{(P_{5,5})_{20}} \approx 0,95 \text{ м/с}^2;$

ошибка оценивания ускорения  $\sigma_{a_{zg}} = \sqrt{(P_{6,6})_{20}} \approx 0,95 \text{ м/с}^2;$

постоянная составляющая ошибки  $\sigma_{\Delta_{xn}} = \sqrt{(P_{7,7})_{20}} \approx 0,04;$

постоянная составляющая ошибки  $\sigma_{\Delta_{zn}} = \sqrt{(P_{8,8})_{20}} \approx 0,06.$

Результаты расчетов потенциальных характеристик точности синтезированных алгоритмов обработки информации в навигационных комплексах наземных подвижных объектов в горизонтальном 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. Ярлыков, М. С. Статистическая теория радионавигации. — М.: Радио и связь, 1985. — 344 с.

## Совершенствование методики оценки эффективности суперпластификаторов

Коровкин Марк Олимпиевич, кандидат технических наук, доцент;  
Ерошкина Надежда Александровна, кандидат технических наук, инженер-исследователь;  
Трусов Денис Евгеньевич, студент  
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

*Проанализированы существующие подходы оценки эффективности суперпластификаторов. Показано, что исследование действия добавок на бетонных смесях характеризуется высокой трудоемкостью, что затрудняет получение достаточного объема данных об эффективности суперпластификатора. Предложена методика исследования эффективности добавок на растворной составляющей бетона.*

**Ключевые слова:** суперпластификатор, эффективность, бетон, растворная составляющая, водоредуцирующий эффект.

В связи с большим потенциалом суперпластификаторов (СП) для развития технологии бетона чрезвычайно актуальны исследования различных аспектов эффективного применения этих добавок в строительных растворах и бетонах, а также совершенствование методологии оценки этой эффективности. Совершенствование методологии оценки СП в строительных растворах и бетонах, а также различных методик определения реологических свойств цементных суспензий и реотехнологических свойств бетонных и растворных смесей позволит выявить новые факторы и закономерности, влияющие на эффективность применения суперпластификаторов.

Общая тенденция существующих методологических подходов базируется на оценке изменения всего комплекса свойств бетона при введении в его состав добавки [1-3]. Оценка эффективности производится по значительному числу критериев, однако изменение всех свойств модифи-

цированных бетонов и строительных растворов обусловлено влиянием добавки СП на повышение текучести цементного теста, а в некоторых случаях — на изменение кинетики твердения цемента в начальные сроки.

Оценка пластифицирующего эффекта суперпластификаторов в бетонах и строительных растворах в соответствии со стандартизированной методикой [4] основывается на определении изменения осадки конуса бетонной смеси, изготовленной из материалов нормируемого состава при заданных интервалах расхода компонентов. Для определения только одного показателя пластифицирующего эффекта необходимо приготовить контрольный бездобавочный состав, а также состав с добавкой (объем каждого состава около 5,5л). В связи с высокой для исследовательской и строительной лаборатории материалоемкостью и трудоемкостью этого метода он используется в основном для окончательной проверки эффективности выбранной добавки и ее дозировки.

В настоящее время не существует единой методологии предварительной оценки эффективности СП при использовании небольшого объема цементного теста или растворной составляющей бетона. Критический анализ методологических подходов к оценке эффективности СП, принятых в отечественной практике, позволил выявить их основные недостатки и определить направление совершенствования методологии оценки СП. С учетом колебаний состава и свойств СП, цемента и бетона целесообразна двухэтапная оценка добавки: на первом этапе производится выбор добавки и оптимизация ее дозировки, а на втором — уточнение расхода добавки и корректировка состава бетона с учетом экспериментальной оценки воздействия СП на комплекс свойств бетона или строительного раствора.

В некоторых исследовательских работах пластифицирующий эффект при введении в цементную суспензию СП определяется по увеличению ее расплыва из вискозиметра Суттарда или мини-конуса [6, 5]. Однако точно спрогнозировать эффективность СП в бетонах и растворах по пластифицирующему или водоредуцирующему эффекту добавки в цементном тесте на современном уровне развития бетоноведения пока невозможно. Основные трудности при решении этой задачи связаны с неопределенностью влияния расхода и характеристик заполнителя на удобоукладываемость бетонной смеси.

Многие вопросы оценки эффективности на стадии выбора СП и назначения начальной дозировки добавки могут быть решены при исследовании действия добавки на свойства цементных суспензий и растворной составляющей бетона. К числу таких вопросов относятся: определение уровня пластифицирующего или водоредуцирующего действия СП, совместимость добавки и цемента, величина снижения пластифицирующего эффекта добавки в смеси со временем (сохраняемость подвижности смеси), а также замедление твердения.

Несмотря на очевидные преимущества такого подхода к оценке действия СП, методики для определения пластифицирующего эффекта не стандартизированы, а иногда научно не обоснованы, из-за чего результаты, полученные в разных лабораториях, часто несопоставимы.

Пластифицирующий эффект СП в бетонных и растворных смесях проявляется за счет разжижения цементного теста, которое обеспечивается благодаря адсорбции ПАВ СП на поверхности раздела цемента и воды, что обуславливает снижение склонности частиц цементного теста к агрегированию и образованию коагуляционного каркаса. В связи с этим для оценки совместимости СП с цементом и предварительной оценки эффективности добавки достаточно определить водоредуцирующий эффект СП в цементной суспензии или цементно-песчаном растворе, что существенно снижает трудоемкость исследования. В связи с тем, что значения водоцементного отношения растворных смесей ближе к значениям этого показателя в бетонной смеси, предпочтительнее испытания проводить на растворной составляющей бетона при соотношении песок: цемент, равным 1:2. После оценки кон-

систенции смесей из них изготавливаются образцы с размерами 20×20×20 мм для определения влияния добавки на кинетику твердения.

Однако экстраполяция полученных результатов на бетонные и растворные смеси затруднена, так как значения водоредуцирующего эффекта добавки в бетонных смесях могут быть в 2...3 раза ниже, чем в цементной суспензии, а на величину снижения водоредуцирующей эффективности добавки основное влияние оказывают расход и свойства заполнителя.

На снижение пластифицирующего и водоредуцирующего эффектов СП в бетонных смесях в сравнении с цементной суспензией воздействуют два фактора. Во-первых, контактное взаимодействие между зернами заполнителя, которое при сокращении расхода воды возрастает из-за уменьшения раздвижки зерен [7]. Во-вторых, некоторая часть воды и цементного теста иммобилизована на поверхности заполнителя, в результате чего общий объем несвязанной воды, обеспечивающий текучесть смеси, снижается.

Современный уровень развития науки о бетоне не позволяет с достаточной достоверностью определить влияние характеристик и расхода заполнителя на удобоукладываемость смеси. В связи с этим для ориентировочной оценки водоредуцирующего эффекта СП в бетонной смеси  $ВР_6$  предлагается использовать формулу

$$ВР_6 = ВР_p K_3 K_y,$$

где  $ВР_p$  — водоредуцирующий эффект СП в растворной смеси;

$K_3$  — коэффициент, зависящий от свойств крупного заполнителя;

$K_y$  — коэффициент, зависящий от удобоукладываемости смеси.

Сопоставление водоредуцирующих эффектов в растворных и бетонных смесях позволило сделать вывод о том, что при начальных расчетах коэффициент  $K_3$  может быть принят равным 0,85 для высококачественного фракционированного щебня и 0,75 — для щебня среднего и низкого качества. Значение коэффициента  $K_y$  для бетонной смеси с маркой по удобоукладываемости П5 и П4 равно 1, а для марок П3; П2; П1; Ж1 — соответственно 0,95; 0,9; 0,83; 0,7. Указанные значения коэффициентов ориентировочные; поэтому в каждой строительной лаборатории они должны уточняться в зависимости от разновидности и расхода заполнителя, а также других характеристик бетона. Корректировка коэффициентов может производиться в лаборатории с учетом накопленных статистических данных испытания бетонных смесей, приготовленных на заполнителях различных месторождений.

#### Выводы:

Предлагаемая методика оценки водоредуцирующей эффективности суперпластификатора позволяет значительно снизить трудоемкость ее оценки и более полно исследовать влияние дозировки добавки на водоредуцирующий эффект и кинетику твердения растворных и бетонных смесей.



Литература:

1. Рогатин, Ю. А. Оценка эффективности химических добавок по групповым коэффициентам приведения/Ю. А. Рогатин, В. Г. Батраков // Бетон и железобетон. — 1990. — № 7. — с. 15–17.
2. Силина, Е. С. Оценка эффективности добавок в бетоне/Е. С. Силина // Бетон и железобетон. — 1989. — № 4. — с. 5–6.
3. Рекомендации по технико-экономической оценке применения добавок в бетоне. — М.: НИИЖБ, 1985. — 79 с.
4. ГОСТ 30459–2008. Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности.
5. Kantro, D.L. Influence of Water-Reducing Admixtures on Properties of Cement Paste — A Miniature Slump Test/D.L. Kantro // Cement, Concrete and Aggregates. — 1980. — № 2. — P. 95–102.
6. Калашников, В. И. Методология оценки эффективности пластификаторов в воднодисперсных системах/В. И. Калашников, М. О. Коровкин, А. Г. Тетенькин // Структурообразование и прочность композиционных строительных материалов. — Одесса: ОИСИ, 1994. — с. 5.
7. Коровкин, М. О., Ерошкина Н. А., Замчалин М. Н. Влияние мелкого заполнителя на водоредуцирующий эффект суперпластификатора // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/04/51909> (дата обращения: 20.05.2015).

## Современное состояние в области оборудования для контроля качества упаковки

Кузнецова Наталья Александровна, студент;

Коновалова Анна Юрьевна, студент;

Макеев Павел Владимирович, кандидат технических наук

Тамбовский государственный технический университет

В настоящее время контроль качества упаковки проводится для того, чтобы показать ее соответствие предъявленным требованиям. Соответственно, к этим требованиям относятся различные технические показатели упаковки, такие как: надежность упаковки, удобство и безопасность использования упакованной продукции, немаловажную роль играет герметичность упаковки, а так же ее привлекательный внешний вид.

Многие компании, как отечественные, так и зарубежные занимаются производством оборудования для контроля качества упаковки. В современном оборудовании для контроля качества упаковки применяются новейшие технологии, что позволяет снизить процент бракованной и некачественной произведенной упаковки к минимуму.

Одной из таких компаний является немецкая компания MULTIVAC, специализирующая на упаковочном обо-

рудовании, а так же компания поставляет современное оборудование для инспектирования упаковки и контроля ее качества. Данные системы надежно работают даже при высоких скоростях и могут встраиваться в масштабные производственные линии.

Данная компания предлагает неплохой ассортимент оборудования для контроля качества, одними из таких являются машины для визуальной инспекции MVS (рис. 1).

Система MULTIVAC Vision System (MVS) — это инновационная система визуальной обработки для широкого диапазона задач по обнаружению дефектов и контролю качества. В автоматизированных упаковочных линиях она позволяет достичь 100-процентного контроля качества с максимальной точностью даже при высокой скорости выполнения операций. Спектр задач в этой области чрезвычайно широк и простирается от контроля этикеток и данных печати до проверки сварного шва.



Рис. 1. Оборудование визуальной инспекции компании MULTIVAC



Рис. 2. Контроль веса упаковки — чеквейер компании MULTIVAC

Так же, данная компания производит высокоточные контрольные весы MULTIVAC (рис. 2), оборудованные металлодетекторами. Автоматические чеквейеры производят точный и надежный расчет веса упаковки, отбраковывают упаковки, имеющие недостаточный или избыточный вес.

Для обнаружения мелких инородных частиц в упаковке или самом упакованном продукте компания MULTIVAC предлагает рентгеновскую систему проверки MR811 (рис. 3). Рентгеновские системы инспекции распознают наряду с металлическими также и неметаллические посторонние предметы, такие как камни, стекло или кости. Все эти загрязнения можно локализовать и идентифицировать на экране HMI. Рентгеновские системы инспекции могут также использоваться для проверки комплектности содержимого упаковки [1].

Так же на подобных рентгеновских системах инспекции специализируется ведущая японская компания в области упаковочного оборудования — Ishida. Разработанная компанией Ishida система рентгеновского контроля IX-GA (рис. 4) может быть использована на любой стадии производства и упаковки продукта, помогая обнаружить любые попавшие в него инородные тела — от мелких костных фрагментов до кусков резины. Данная система позволяет

проникнуть внутрь любого вида упаковки, включая металлические банки и тару из алюминиевой фольги, и извлечь инородные тела и частицы диаметром до 0,5 мм [2].

Герметичность упаковки является одним из важнейших технических показателей, т. к. именно от нее зависит продолжительность срока годности упакованной продукции, а так же сохранение полезных свойств продукта.

Немецкая компания **VBULL TECHNOLOGY** представляет инспекционную систему VBULL MAS-P (рис. 5) для проверки герметичности стеклянных бутылок. Акустическая технология инспекции, применяемая в VBULL MAS/P служит для косвенного измерения давления в карбонизированных напитках. Технология может применяться для стеклянных бутылок с металлической укупоркой, таких, как пивные бутылки с кроненпробкой [3].

К контролю герметичности фармацевтической упаковки нужно подходить еще более тщательно, т.к. разгерметизация данной упаковки может привести не только к порче медикамента, но и нанести серьезный ущерб здоровью потребителя. Итальянская компания **Bonfiglioli Engineering SpA** предлагает оборудование для проверки герметичности медицинской упаковки (рис. 6).

Как представителя инспекционного упаковочного оборудования на отечественном рынке можно предста-



Рис. 3. Рентгеновская система проверки MR811 компании MULTIVAC



Рис. 4. Разработанная компанией Ishida система рентгеновского контроля IX-GA

вить компанию «Вемата». Данная компания является эксклюзивным агентом Bilanciai Coop — итальянского производителя весового и этикетировочного оборудования. «Вемата» предлагает ряд оборудования для контроля качества упаковки, такие как: этикетировочные

машины с функцией проверки веса, металлодетекторы конвейерного типа, чеквейеры и т. д.

Этикетировочные машины с функцией проверки веса фирмы «Вемата» (рис. 7), предназначенные для определения веса продукта, печати этикетки, содержащей как по-



Рис. 5. Инспекционная система BBULL MAS-P



Рис. 6. Оборудование для проверки герметичности медицинской упаковки компании Bonfiglioli Engineering SpA



Рис. 7. Эtiquетировочная машина с функцией проверки веса фирмы «Вемата»

стоянную (наименование, состав, данные об изготовителе, логотипы и т.п.) так и переменную информацию (дату изготовления, упаковывания, срок реализации, штрих-коды и т.п.) и дальнейшего ее ручного наклеивания на продукт [4].

Индустрия упаковочного производства с каждым годом развивается все больше, а с ней так же растет

спрос на оборудование для контроля качества упаковки. Благодаря широкому ассортименту предлагаемого оборудования, вводятся все более и более полезные новшества, вследствие чего качество выпускаемой упаковки улучшается, а процент брака снижается практически до нуля.

Литература:

1. <http://ru.multivac.com/index.php?id=41&L=18>
2. <http://company.unipack.ru/574>
3. <http://makro-technology.ru/oborudovanie/inspektionnye-mashiny-bbull/inspektor-germetichnosti-davlenijavakuuma-v-butylkakh/kontrol-germetichnosti-davlenija-v-stekljannykh-butylkakh-s-metallicheskoj-ukuporkoi/>
4. <http://www.vemata.ru/catalog>
5. Испытания тары и упаковки: лабораторный практикум./П. С. Беляев [и др.].-Тамбов: ТГТУ, 2014. – 117 с.

## Современное состояние в области вакуум-формовочного оборудования для переработки полимеров

Кузнецова Наталия Александровна, студент;  
Шашков Иван Владимирович, кандидат технических наук  
Тамбовский государственный технический университет

В современной упаковочной индустрии вакуумное формование в промышленных масштабах стало применяться сравнительно недавно, но уже прочно закрепилось в перечне основных методов переработки полимеров. При вакуумном формовании создается разрежение (0,005–0,01 МПа) и под воздействием атмосферного давления на листовую заготовку материал втягивается в форму и оформляется в ней. Рабочее давление формования равно остаточному давлению формы. Данный метод термоформования обычно применяется для производства

различных изделий из листовых и пленочных материалов толщиной до 5 мм [1].

Технология переработки полимеров методом термо-вакуумформования продвинулась далеко, что позволяет делать не только коробки, блистеры, тортницы, ложементы, коррексы — но и красочную рекламную продукцию. Например, надо изготовить красочный и оригинальный плакат. Можно взять материал и офсетным (или иным любым способом) нанести изображение. Будет красочно — но однообразно. С помощью термо-вакуумформовки можно сделать тот же плакат на полимерной ос-

нове и придать объектам выпуклую форму. Получившийся шедевр будет выглядеть оригинально и не будет бояться влаги. Таким образом можно делать плакаты, витрины, монетницы, стикеры, шелфтоке и многое другое.

Вакуумное термоформование включает в себя несколько основных методов переработки материалов.

1. Позитивное вакуумное термоформование (формование на пуансоне, что позволяет изготовить изделие с точными внутренними размерами).

2. Негативное вакуумное термоформование (формование на матрице, что позволяет изготовить изделие с точными внешними размерами).

3. Свободное формование (формование без формирующего инструмента)

4. Вакуумное формование с предварительной вытяжкой заготовки пуансоном (закрепленный над матрицей лист термопласта вдавливается в нее толкателем).

5. Вакуумное формование с предварительной пневматической вытяжкой заготовки (сочетание обычного и свободного метода формования) [2].

Примеры переработки полимерных материалов методом вакуумного термоформования представлены на рис. 1.

В настоящее время на рынке оборудования для переработки полимеров представлен широкий ассортимент вакуум-термоформовочных машин различных конфигураций. Развитие упаковочной индустрии ведет за собой рост жесткой конкуренции между компаниями, производящими и поставляющими оборудование. Но подобные явления вынуждают производителей все более совершенствовать производимое оборудование, вводить различные новшества на основе современных технологий, что идет на пользу потребителям данного оборудования и самой индустрии в целом.

В настоящее время многие компании, как отечественные, так и зарубежные занимаются производством оборудования для переработки полимерных материалов методом вакуумного термоформования.

Одной из таких компаний является российская компания «АКБ Миллениум». Данный производитель предлагает широкий спектр вакуумно — формовочного оборудования, к примеру такого, как «Дубль — стол», представленного на рис. 2. Данная машина предназначена для производства изделий из любого известного листового пластика, на двух формовочных столах одновременно, но при этом используя только один нагревательный

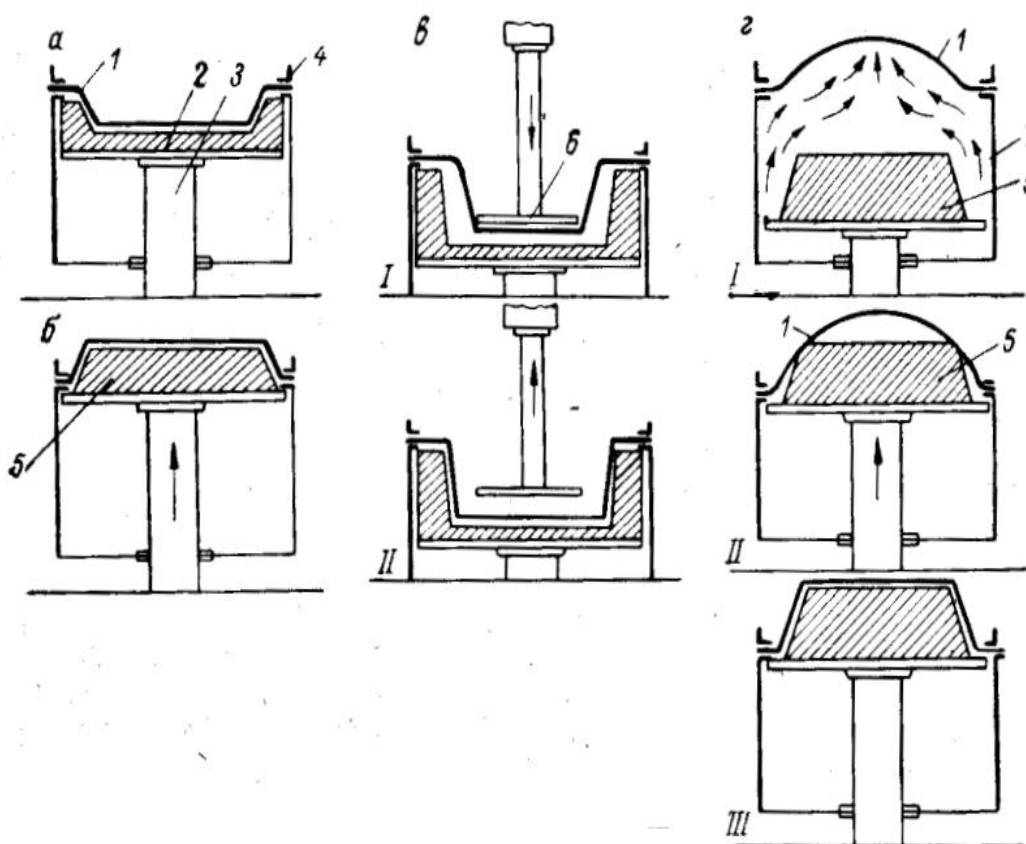


Рис. 1. Примеры методов вакуумного термоформования: а — в негативной форме; б — в позитивной форме; в — с предварительной вытяжкой заготовки пуансоном; г — с предварительной пневматической вытяжкой заготовки. 1 — заготовка; 2 — негативная форма; 3 — стойка; 4 — зажимная рама; 5 — позитивная форма; 6 — пуансон; 7 — формовочная камера; I–III — позиции формования

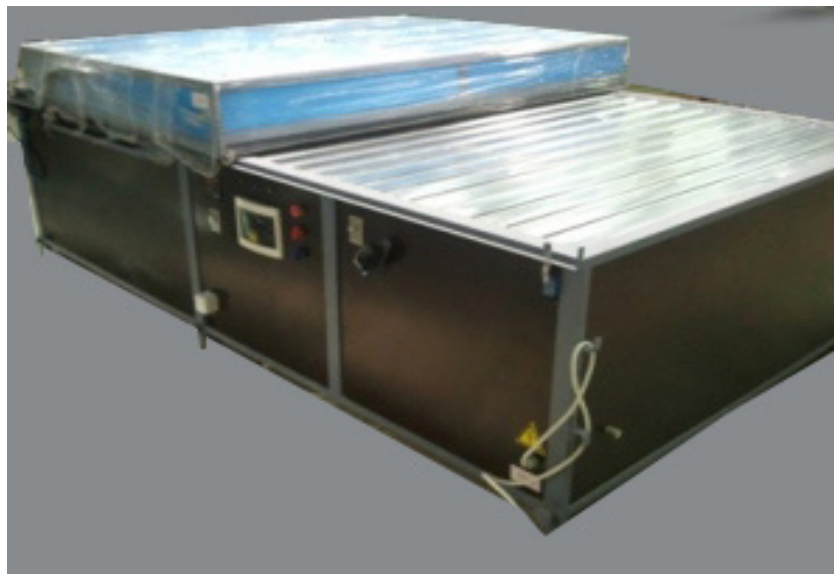


Рис. 2. ВФ машина «Дубль — стол» компании «АБК Миллениум»

блок. Это дает снижение себестоимости каждого изделия до 30%. Большая производительность, и возможность использования разных вакуумформ при одновременной формовке, что не влияет на качество производимой продукции. Основные функции контроля за работой машины — автоматические [3].

Так же, в производственной линейке в области оборудования для вакуумного формования польской компании «TOOLS Factory» появилась новая серия машин. Серия Смарт Лайн (SMARTLINE) предоставляет новые возможности в термоформовании. Модуль дистанционного управления позволяет производить диагностику, настройки, регулировки и сервис вакуум-формовочной машины без немедленного приезда сервис-инженера и сокращает время на все виды этих работ, а значит повышает

оперативность обслуживания оборудования и эффективность его использования на производстве. Универсальная прижимная рама из нержавеющей стали управляется с помощью электродвигателей и сервоприводов и позволяет осуществлять плавную регулировку размера поля формования в автоматическом режиме. Другие новшества — стойка управления, возможность увеличения высоты формования и обновленный дизайн также подчинены цели дать Потребителю право воспользоваться самыми последними достижениями инженерной мысли в области вакуумного формования [4].

Пример такого оборудования представлен на рис. 3.

Еще один крупный отечественный производитель и импортер оборудования для вакуумного формования — компания «Мерпаса». Данная компания представляет ва-



Рис. 3. Вакуумформовочная машина TF Millennium 200 PLUS серии SMARTLINE



Рис. 4. Термоформовочное оборудование EUROPACK TH-2800/TH-3200 компании «Мерпаса»

куумное термоформовочное оборудование EUROPACK TH-2800/TH-3200, представленное на рис. 4. Оно предназначено для производства упаковок в вакууме или в Модифицированной Атмосфере с использованием двух рулонов барьерной пленки. Europack TH-2800 и TH-3200 является трудо- и затратосберегающим оборудованием с широкими возможностями и высокой эффективностью при компактных габаритных размерах [5].

Вакуумное термоформование полимерных материалов обеспечивает хорошее качество изготовления продукции при относительно малых затратах на запуск производ-

ства, а также небольшие затраты труда и малое количество технологических этапов. Все это определяет высокую популярность большую востребованность формовочного оборудования в самых разных отраслях производства. Но помимо достоинств, у этого метода переработки есть и определенные недостатки — это большое количество отходов, требующих вторичной переработки [6–8], дополнительные затраты на производство самих листовых полимерных материалов, ограничения по конфигурации изделия. Поэтому индустрии вакуум-формовочного оборудования еще есть куда совершенствоваться.

#### Литература:

1. Оборудование для переработки пластмасс: справочное пособие/под ред. В.К. Завгороднего. — М.: Машиностроение, 1976. — 407 с.
2. Шерышев, М.А. Пневмовакумформование/М.А. Шерышев. — СПб.: ЦОП «Профессия», 2010. — 192 с. (Библиотечка переработчика пластмасс).
3. <http://akbmillenium.ru/ru/>
4. <http://www.foliplast.ru/news/novie-vozmojnosti-vakuumno-formovochного-oborudovaniya.html>
5. <http://company.unipack.ru/8191/gallery/>
6. Макеев, П.В. Оборудование и технология для утилизации отходов термопластов/П.В. Макеев, А.С. Клинков, М.В. Соколов — Москва: LapLambertAcademicPublishingisteinImprintder, 2012. — 152 с.
7. Разработка валково-шнекового агрегата для переработки вторичных термопластов/Примеров О.С., Макеев П.В., Клинков А.С. Молодой ученый ежемесячный научный журнал № 4 (63)/2014, С 244–247.
8. 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

## Classifications of electric drives of the modern sewing machines

Ларина Людмила Васильевна, кандидат технических наук, профессор;  
Дмитриенко Надежда Алексеевна, кандидат педагогических наук, доцент;  
Смирнова Екатерина Игоревна, магистрант

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

Larina Lyudmila Vasilyevna, Candidate of Technical Sciences, professor,  
Dmitrienko Nadezhda Alekseyevna, Candidate of Pedagogical Sciences, associate professor,  
Smirnova Ekaterina Igorevna, Master student.  
Institute of Service and Business (branch) of Don State Technical University in Shakhty

At the present time the greatest part of inventory of the sewing enterprises is formed with the help of universal sewing machines to be more energy-consuming per unit of output.

In the Federal law No. 261-FZ «About energy saving and improving energy efficiency» from 23.11.2009 (an edition of 29.12.2014) in Article 10 it is pointed out that: «goods produced in the territory of the Russian Federation and are imported must contain information about the class of energy efficiency». In the Resolution adopted in connection with this law from December 31, 2009 «Concerning the improving rules of requirements establishment of energy efficiency of goods, works and services» requirements of energy efficiency are established, the drives to sewing machines are also mentioned in the list of goods [1].

Significant economy of the electric power can be reached in case of using regulated electric drives for management of engineering procedures when sewing.

Up to present time at many sewing shops of Russia more than 70% of sewing machines are completed with the obsolete equipment with electric drives which can be divided into five primary groups [2].

The main types of drives of industrial sewing machines and the analysis of their functionality are presented in table 1.

1. In the frictional electric drive the flywheel is inserted on a shaft of the electric motor connected through a flange to the friction clutch case. Transferring movement from a shaft of the electric motor and a flywheel to the sewing machine is performed with moving conducted part of the drive inserted in a cover along an axis to the left. Thus the disk, having a slip made of frictional material, is situated on a surface of a flywheel and starts rotating. Together with the disk conducted drive shaft with the pulley is inserted on it in rotating. From a pulley with the help of a belt transmission the movement is transferred to a hand wheel and the main shaft of the sewing machine. When the conducted part of the drive along an axis to the right is moving, the disk with another frictional slip as brake slip is strictly fixed on a friction clutch cover. The conducted part of the drive (a disk, a shaft, and a pulley) and the main shaft of the sewing machine stop [3].

In the course of operation the electric motor is switched on all the time (a long operating mode with variable loading).

Using frictional electric drive we have the following disadvantages: small reloading capability of electric motors of common industrial series and, as a result, long dispersal of the sewing machine; rather long moment of inertia of the drive conducted part which negatively influences the period of

Table 1. Classifications of the sewing machines' drives

Drive type ШМ	Advantages	Disadvantages
Frictional	produces small fluctuations of speed when operating due to the mass of a friction mechanism and flywheels	1) Long dispersal and stop of sewing machines. 2) An electric motor can be overheated in case of the frequent activations. 3) The increased electric power expense
Frictional with a reducer	Stop of working bodies in set position	1) Impossibility of the automatic start-up and stop, as well as changing rotation frequency of the main shaft. 2) The increased electric power expense
With the auxiliary electric engine	Stop of sewing machines' working bodies in a set position. Use of the auxiliary electric engine as driving and brake motors	1) Great mass-dimensional indicators. 2) Hard thermal mode of the auxiliary electric motor. 3) The increased electric power expense
With the collector electric engine	Possibilities for smooth regulations of rotation frequency of the sewing machine main shaft	1) Hard thermal engine mode. 2) Availability of mobile electric contacts reducing electric motor service life
With the electromagnetic coupling element	Needle stop in set position	1) Complexity of a design. 2) High cost. 3) The increased electric power expense



dispersal and braking; hard effort of pressing a pedal and, as a result, increased fatigue of a worker who uses the machine.

2. The electric drive with the asynchronous electric motor, a reducer and frictional clutch couplings represents the frictional electric drive of the sewing machine which is supplied with the reducer of rotation frequency switched either mechanically, or by electromagnetic frictional couplings, and a brake mechanism for a stop of working bodies in a set position.

By pressing a pedal the frictional disk nestles on a fly-wheel, rotation from the electric motor is transmitted directly to the conducted part of the drive and through the belt transmission from the main shaft of the sewing machine.

The process of turning on of the brake electromagnetic coupling may happen only after achieving a rotation frequency of finishing operation by the main shaft and the position of «needle above» or «needle below» position of it [3].

Drives of sewing machines made by English firm «Hansen Glove. Corp». can be related to the same group of electric drives.

We may refer automatic start-up and a sewing machine stop, as well as change of rotation frequency of the main shaft as main disadvantages of this electric drive types.

3. The electric drive with the asynchronous engine and auxiliary electric motor working with the low rotation frequency has had further evolution of the regular frictional drives referred to the first group. It consists of the same basic elements, as the drives presented in the first group, but movement of the machine with the low rotation frequency of the main shaft before a stop in a set position is done through the auxiliary engine [4].

Among the electric drives referred to the third group the electric drive of the sewing machine of the American firm «Union Special Machine» is of special interest. It consists of asynchronous electric motor of the main movement with the raised starting moment and the big moment of inertia and auxiliary asynchronous electric motor with high starting moment and low moment of inertia. The movement from the engine to the machine is transmitted through the frictional clutch coupling.

The third group includes electric drive sewing machine and the device for managing it made by American company «Zinger» in accordance with the patent No. 3170424, the device for a sewing machine stop at the set position of a needle produced by the company «American Sovety» in accordance with the patent No. 3149593 and a number of other similar electric drives, as well as aggregate Adler 801 produced by German company «Adler» are intended for processing and a stitching of a patch pocket to a man's shirt, in which is usually used an electric drive Quick-Rotan representing a combination of the electric drives referred to the first and second groups. At the maximal working rotation frequency of the main shaft and the rotation frequency of operational finishing the aggregate is set in motion from the electric drive similar to the Quick-stop drive, and for receiving the intermediate frequency of rotation when performing the composite contours of a seam (corners, clips) the auxiliary electric motor is used. The rota-

tion frequency of this electric motor is twice less than a rotation frequency of the main electric motor of the drive [3, 4].

Despite apparent originality and simplicity of the construction, the aggregate electric drive Adler 801 has only three steps of a rotation frequency. The heavy thermal conditions of the auxiliary electric motor demands to use an auxiliary pneumatic actuator for start-up, stop and switching of a rotation frequency.

4. In electric drives in which collector electric motors of direct and alternating current are used, the rotation frequency is regulated by changing size of additive resistance in an anchor chain. As an example it is possible to represent the electric drive of the sewing machine of the West German company «Frankl Kirchner», adjusted electric drive of sewing machines of the West German company «Fritz Geganf Aktiengesellschaft Berkhina-Neemashinenfabrik» and the electric drive of the sewing machine described in the patent of the USA No. 3125050 which are in focus due to a big rotation frequency of a main shaft of the machine, as the electric motor works as the alternating-current collector engine, and at a low rotation frequency of a main shaft (at finishing work of a needle to set position) the engine of a direct current [4].

The scheme of regulating rotation frequency can be used by opposing electromotive force proportional to a rotation frequency induced in an anchor under anomalous field. influence This tension is used as a feed-back signal of a rotation frequency. Such scheme is especially favorable when operational stability is done at a low rotation frequency of a main shaft of the machine and there are fluctuations of power supply voltage. In electric drives with electric motors of a direct current or the collector asynchronous electric motor regulating a rotation frequency by means of range of speed changes the main disadvantage is rather heavy thermal conditions of engine run, bound to the big frequency of switching.

5. The electric drive with the use of electromagnetic couplings for start-up, stop and regulation of a rotation frequency of a main shaft allows us to use ordinary asynchronous electric motor as a source of a mechanical energy and at the same time to automate the process of start-up, change of a rotation frequency of a main shaft and stop of the sewing machine [4].

There are many electric drives in which the mechanical friction mechanism is replaced with electromagnetic clutch couplings, for example, the electric drive of the sewing machine of the English company «Bark Landen Limited», the electric drive with the device of stop of a needle of the sewing machine in the set position of the company «Frankl Kirchner», the electric drive with the device of the finishing mechanism and stop of a needle of the sewing machine in the set position of the American company «Electrician Brank and Glach Company» can be used and a number of other developing operations.

The electric drive of the sewing machine with an electromagnetic friction coupling consists of continuous rotating shaft of the asynchronous electric motor, a multiplate electromagnetic coupling clutch with a contacting current lead and a multiplate electromagnetic coupling of braking with a non-contacting current lead. The drive is equipped with the

control system providing different faltering rotation at the low speed and a needle stop in the set position.

The electric drive of these machines is similar to the Quick-stop drive, but in contrast to this sewing machine drive can work at low rotation frequency of the main shaft that can be carried out not from the main drive through a space belt drive, but from the auxiliary low power electric motor. A disadvantage of drives of this type is rather complex design of electromagnetic couplings and high cost in comparison with the cost of other electric drives [4].

In practice the level of sewing mechanical engineering has considerably grown for the last 10–15 years, technical and technological capabilities of sewing machines have raised, their universal character has been increased. It is reached due to the broad application of electronic components and microprocessor control systems.

The leading machine-building companies of the world factories offer a wide set of new technologies with variable-frequency electric drive with an electronic control system and complete new technical solutions meet the need of consumers and factories.

These companies produce the universal machines of lock-stitch only with the electronic drive and a number of electronic and mechanical modules which have allowed to automate a number of functions, as well as to equip the universal machines with padding mechanisms (cutting of edge of materials, change of sheaves, correction of material edge concerning a needle, adjustment of stitch length and others). On the other hand, using electronics allowed to improve technological capabilities of inventory, flexibility and mobility, durability and accuracy of connection, as well significantly reduce servicing time significantly.

#### References:

1. Russian Federation. The Law regulations. Concerning energy saving and power effectiveness improvement. Federal law No. 261 [is adopted by the State Duma from 23.11.2009].
2. Goryaynov M. F. Decrease in energy consumption of the universal sewing machines using variable frequency drive: thesis by Candidate of Science/Goryaynov M. F. — SRSUES in Shakhty, 2011. — 145 p.
3. Beskorovayny V. V. Technical means of the enterprises of service: Learning guide for higher education institutions V. V. Beskorovayny, L. V. Larina; Under the editorship of V. V. Beskorovayny. — M.: Publishing center «Akademiya», 2003. — 304 p.
4. Storozhev V. V. System techniques and mechatronics of technological machines and inventory: Monography/V. V., N. A. Feoktistov; under the editorship of the Doctor of Technical Science, professor Feoktistov N. A. — M.: Publishing and trade corporation «Dashkov and Co», 2015. — 412 p.

## Автоматизированная информационно-справочная система по курсу моделирования

Литвин Наталья Олеговна, студент  
Московской государственной университет леса

*В данной статье рассматривается вариант организации, хранения и представления многочисленных разнородных файлов, располагающихся на компьютере. Основное внимание в работе акцентируется на сочетании словарно-справочной системы, системы хранения документов и постреляционной базы данных. Такой взгляд будет интересен специалистам в области программной прикладной автоматизации.*

**Ключевые слова:** автоматизация, программирование, информационно-справочная система, математическое моделирование, хранение файлов.

**М**оделирование — это универсальный метод получения, описания и использования знаний об объекте. Он используется в любой профессиональной деятельности. В современной науке и технологии роль и значение моделирования усиливается, актуализируется проблемами, успехами других наук. Для курса моделирования создана автоматизированная информационно-справочная система. [1]

Система представляет собой сочетание (см. рис. 1):

— словарно-справочной системы, обладающей иерархическим представлением справок

— системы хранения документов, которая защищает и предоставляет доступ к истории изменения документа

— постреляционной базы данных, которая сопровождает каждый документ дополнительной справочной информацией.

Система включает базу данных — совокупность самостоятельных материалов (лекций, расчетов, учебно-мето-

дических пособий и иных подобных материалов) представленных в объектной форме.

Система строится на основе имеющейся разнообразной информации по курсу «Моделирование систем управления», которая в данное время хранится в файловой системе компьютера. Обработка этих данных требует разработки специального подхода, ускоряющего и упрощающего перевод всех данных в автоматизированную систему.

Для автоматизации процесса переноса информации в базу данных принято решение «просканировать» компьютер на наличие имеющихся материалов, сформировать необходимые данные для записи в БД и загрузить информацию в систему хранения. Для систематизации и улучшения доступа к информации в БД предлагается использовать специальным образом сформированный иерархический каталог.

Разрабатывается древовидный каталог. На основе этого каталога система автоматически формирует систему папок, в которую помещаются документы из файловой системы в формате отдельного файла или в виде целой папки. После этого система обрабатывает построенную систему папок и формирует БД и заносит все документы в хранилище. Система поддерживает все вложенные папки и создает дополнительные удобства для пользователя.

Особенность данной системы в том, что документ хранится один раз, но может принадлежать большому количеству разделов. При этом система автоматически распознает дубликаты, но связку по разделам сохраняет. Таким образом, выбрав определенный документ, в его аннотации мы можем видеть не только название файла с его расширением, но и адрес каждой папки где он содержится.

Каждому файлу документа присвоено свое системное имя, это имя строится по принципу: дата и время зане-

сения файла в базу данных, а так же последних трех цифр объема файла. Это имя мы также можем видеть в аннотации документа.

Следующая особенность системы обуславливается тем, что при изменении файла из самой базы данных, система предлагает его сохранить, но при этом файлу присваивается уже новое системное имя, а «старая» версия файла остается в хранилище и никуда не исчезает. А в БД 1 документу будут соответствовать разные версии в хранилище. Таким образом, мы можем проследить за всеми изменениями документа — это «история» документа.

В аннотации документа может содержаться неограниченное число атрибутов. Свойство постреляционной базы данных обеспечивает возможность повтора полей и допускает в одной записи встроенную таблицу. [2]

Для хранения разнообразных документов был разработан специальный формат хранения. В зависимости от размера документа используются 2 стратегии:

1) для документов малых размеров (до 2 Мб) документ разбивается на слова, слова помещаются в словарь, и формируется — ссылка на слова в словаре (словарная система сжатия)

2) для документов больших размеров (больше 2 Мб) содержание документов не преобразуется.

Независимо от стратегии в начале каждого файла документа прописывается запись из БД в определенном формате. Это позволяет полностью восстановить БД по системе хранения.

Доступ к документам обеспечивается сервисом постреляционной БД, позволяющим осуществлять поиск по всем атрибутам.

В итоге можно сказать, что данная система:

— может использоваться на любом компьютере

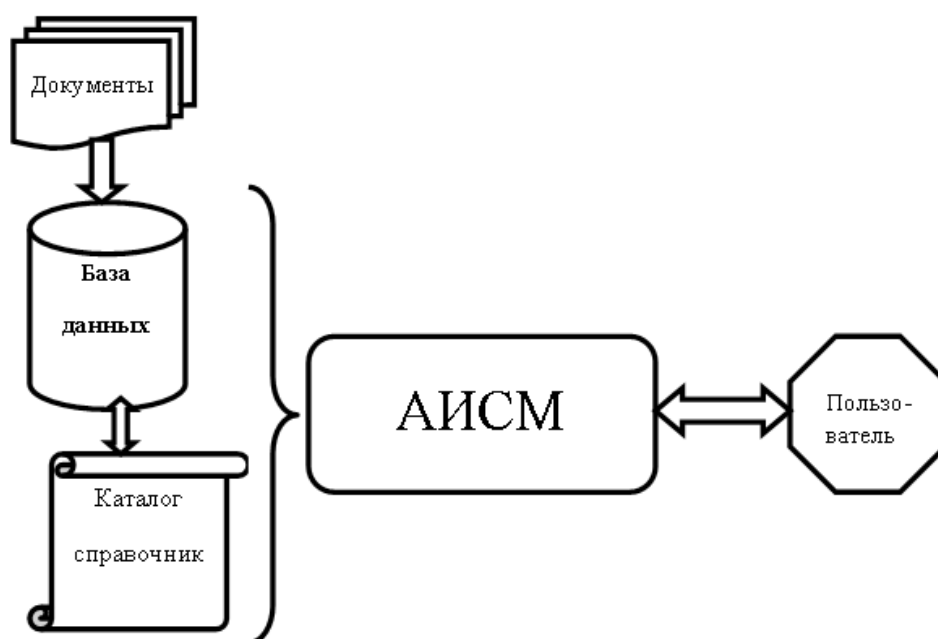


Рис. 1. Структурная схема системы

- ускоряет поиск документов
- уменьшает объем, используемой для хранения данных, памяти
- легко управляемая
- обеспечивает связку, т.е. доступ к документу из разных разделов каталога

— обладает достаточной надежностью и поддержкой истории изменений  
 Добавление клиент-серверной технологии InDy (InternetDirect) позволяет перевести данную систему в клиент-серверное представление. [3]

Литература:

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Моделирование>
2. [http://www.e-reading.club/chapter.php/97791/123/Kozlova\\_-\\_Informatika\\_\\_konspekt\\_lekciii.html](http://www.e-reading.club/chapter.php/97791/123/Kozlova_-_Informatika__konspekt_lekciii.html)
3. <http://www.indyproject.org/index.en.aspx>

### Моделирование процесса образования оксидов азота в цилиндре газодизеля

Лопатин Олег Петрович, кандидат технических наук, доцент  
 Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

*В работе предложена методика моделирования рабочего процесса газодизеля при работе с рециркуляцией отработавших газов и расчета содержания оксидов азота в цилиндре и отработавших газах.*

**Ключевые слова:** дизель, газодизель, природный газ, рециркуляция отработавших газов, оксиды азота.

При математическом моделировании рабочего процесса в цилиндре газодизеля при работе с рециркуляцией отработавших газов (РОГ) процесс сгорания условно разделен на две зоны: зону свежей смеси и зону продуктов сгорания. Зона свежей смеси представляет собой смесь воздуха с рециркулируемыми и остаточными газами. Перед началом сгорания эта зона занимает весь объем цилиндра. В ходе сгорания происходит увеличение объема зоны продуктов сгорания. Для определения давления и средней по объему цилиндра температуры рабочего тела в различные моменты процесса сгорания было применено допущение о мгновенном перемешивании продуктов сгорания и свежей смеси [1–5].

В результате было получено следующее уравнение, позволяющее рассчитать содержание оксидов азота в цилиндре газодизеля [6]:

$$r_{NO2} = r_{NO1} + \frac{10^3 p_2 \Delta \varphi}{C_1 6nRT_2} - \frac{1}{C_1} \left( C_2 (\ln r_{NO2} - \ln r_{NO1}) + \frac{C_3}{2} (r_{NO2}^2 - r_{NO1}^2) + \frac{C_4}{3} (r_{NO2}^3 - r_{NO1}^3) + \sqrt{\frac{C_5}{r_{NO2}^2} + \frac{C_6}{r_{NO2}} + C_7} / C_5 C_8 - \sqrt{\frac{C_5}{r_{NO1}^2} + \frac{C_6}{r_{NO1}} + C_7} / C_5 C_8 + \frac{C_6}{2C_8 \sqrt{C_5^3}} \ln \left( \frac{2C_5}{r_{NO1}} + C_6 + 2\sqrt{C_5} \sqrt{\frac{C_5}{r_{NO1}^2} + \frac{C_6}{r_{NO1}} + C_7} \right) - \frac{C_6}{2C_8 \sqrt{C_5^3}} \ln \left( \frac{2C_5}{r_{NO2}} + C_6 + 2\sqrt{C_5} \sqrt{\frac{C_5}{r_{NO2}^2} + \frac{C_6}{r_{NO2}} + C_7} \right) + \frac{1}{C_{10}} \left( \sqrt{C_5 r_{NO2}^2 + C_6 r_{NO2} + C_7} - \sqrt{C_5 r_{NO1}^2 + C_6 r_{NO1} + C_7} \right) + \ln \left( 2C_5 r_{NO2} + C_6 + 2\sqrt{C_5} \sqrt{C_5 r_{NO2}^2 + C_6 r_{NO2} + C_7} \right) * \left( \frac{1}{C_9 \sqrt{C_5}} - \frac{C_6}{2C_{10} \sqrt{C_5^3}} \right) + \left( \frac{C_6}{2C_{10} \sqrt{C_5^3}} - \frac{1}{C_9 \sqrt{C_5}} \right) * * \ln \left( 2C_5 r_{NO1} + C_6 + 2\sqrt{C_5} \sqrt{C_5 r_{NO1}^2 + C_6 r_{NO1} + C_7} \right) \right)$$

где  $\Delta\varphi$  — изменение угла поворота кривошипа на участке расчета,  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ ;  $p_2$  — давление в конце расчетного участка, МПа;  $T_2$  — температура в конце расчетного участка, К;  $R$  — универсальная газовая постоянная,  $R = 8,314$  кДж/(кмоль · К);  $C_i$  — постоянная для данного шага расчета величина [6];  $n$  — частота вращения коленчатого вала, мин<sup>-1</sup>.

Расчет производился последовательно для каждого шага расчета  $\Delta\varphi$ . При этом задача сводится к определению параметров в конце участка (индекс 2), так как в начале участка (индекс 1) эти параметры известны и равны соответствующим значениям в конце предыдущего шага расчета [7–14].

Результаты расчета объемного содержания оксидов азота в цилиндре в зависимости от изменения угла поворота коленчатого вала и в ОГ в зависимости от изменения нагрузки газодизеля при работе с РОГ представлены на рис. 1.

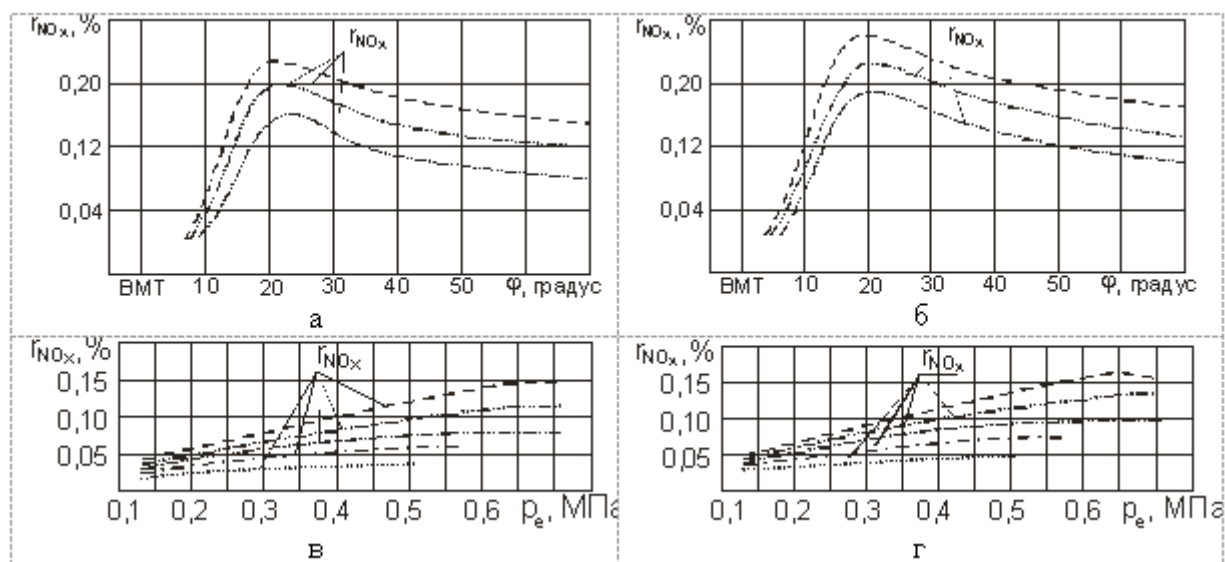


Рис. 1. Результаты теоретических расчетов содержания оксидов азота газодизеля 4С 11,0/12,5 при работе с РОГ: а — в цилиндре при  $\Theta_{впр} = 23$  градуса,  $n = 2200$  мин<sup>-1</sup> и  $p_e = 0,63$  МПа; б — в цилиндре  $\Theta_{впр} = 26$  градусов,  $n = 2200$  мин<sup>-1</sup> и  $p_e = 0,63$  МПа; в — в ОГ при  $\Theta_{впр} = 23$  градуса,  $n = 2200$  мин<sup>-1</sup>; г — в ОГ при  $\Theta_{впр} = 26$  градусов,  $n = 2200$  мин<sup>-1</sup>; - - - - газодизельный процесс; - · - · - рециркуляция 10%; · · · · · рециркуляция 20%

В подтверждении разработанной модели проведены экспериментальные испытания с определением содержания токсичных компонентов в отработавших газах. При этом расхождение теоретических и экспериментальных данных не превышает 5% [15–20].

Литература:

1. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2С 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 2С 10,5/12,0 путем применения метанола с двойной системой топливоподачи: Монография. — Киров, 2008. — 155 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 2С 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., Лопатин О. П. Образование и нейтрализация оксидов азота в цилиндре газодизеля: Монография. — Киров: Вятская ГСХА, 2004. — 106 с.

7. 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.
8. 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.
9. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154.
10. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142.
11. 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.
12. Скрыбин, 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.
13. Лопатин, С. О., Скрыбин 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.
14. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрыбин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.
15. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрыбин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
16. Скрыбин, 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.
17. Скрыбин, 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.
18. Скрыбин, М. Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
19. Скрыбин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
20. 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.

## Разработка программы стендовых исследований газодизеля при работе с рециркуляцией отработавших газов

Лопатин Олег Петрович, кандидат технических наук, доцент  
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

*В работе представлена программа стендовых исследований дизеля размерности 4Ч 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.

Согласно программы стендовые исследования газодизеля 4Ч 11,0/12,5 с рециркуляцией отработавших газов (РОГ) проводились в несколько этапов [1–5].

На первом этапе предусматривалась разработка и оптимизация системы дозирования и регулирования подачи природного газа (ПГ) в дизель 4Ч 11,0/12,5, включающая



Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки

в себя определение оптимальных геометрических параметров смесителя-дозатора, а также определение запальной порции дизельного топлива (ДТ). При этом определялись мощностные и экономические показатели работы двигателя на различных нагрузочных и скоростных режимах работы при работе на ДТ и ПГ (рис. 1) [6–9].

На втором этапе предусматривалась разработка и оптимизация РОГ для газодизеля 4Ч 11,0/12,5. При этом определялись токсические, мощностные и экономические показатели работы двигателя на различных нагрузочных и скоростных режимах работы по дизельному, газодизельному и газодизельному с РОГ процессам (рис. 2).

На третьем этапе при оптимизированной системе РОГ снимались регулировочные характеристики по установочному углу опережения впрыскивания топлива (УОВТ), и определялся оптимальный угол впрыскивания, а так же

эффективные показатели, такие как эффективная мощность и удельный расход топлива. Так же при снятии нагрузочных и скоростных характеристик определялись показатели токсичности и дымности ОГ [10–15].

Четвертый этап включал в себя проведение индцирования рабочего процесса с обработкой индикаторных диаграмм на всех установочных УОВТ по дизельному, газодизельному и газодизельному с РОГ процессам. При этом исследовались и оптимизировались параметры процесса сгорания и характеристики тепловыделения. Проводился полный анализ параметров процесса сгорания и тепловыделения, показателей токсичности и дымности ОГ с определением концентрации компонентов для  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CH}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  и сажи [16–20].

На основании проведенного анализа разрабатывались рекомендации по улучшению экологических показателей работы дизеля на ПГ с РОГ.



Рис. 2. Общий вид системы газового анализа АСГА-Т

## Литература:

1. 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.
2. 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.
3. 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. — 155 с.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154.
10. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142.
11. 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.
12. Скрыбин, 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.
13. Лопатин, С. О., Скрыбин 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.
14. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрыбин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.
15. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрыбин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
16. Скрыбин, 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.
17. Скрыбин, 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.
18. Скрыбин, М. Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
19. Скрыбин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.



20. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование скоростного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанолю- и этанолю топливных эмульсиях // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). с. 24–26.

### Влияние степени рециркуляции на эффективные показатели газодизеля

Лопатин Олег Петрович, кандидат технических наук, доцент  
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе представлены результаты исследований влияния применения компримированного природного газа и рециркуляции отработавших газов на эффективные показатели дизеля размерности 4Ч 11,0/12,5.

**Ключевые слова:** дизель, газодизель, природный газ, рециркуляция отработавших газов, эффективные показатели.

Эффективные показатели газодизеля 4Ч 11,0/12,5 на установочном угле опережения впрыскивания топлива 23 градуса в зависимости от изменения степени рециркуляции отработавших газов (РОГ) представлены на рис. 1 [1–5].

Из графиков видно, что увеличение степени РОГ приводит к снижению часового расхода воздуха, коэффициента избытка воздуха, эффективного коэффициента полезного действия (КПД), температуры ОГ и увеличению удельного эффективного расхода топлива, часового расхода топлива, температуры рециркулируемых газов. Так, при работе с 40 %-ной степенью РОГ при  $\Theta_{впр} = 23$  градуса и  $p_e = 0,51$  МПа происходит снижение часового расхода воздуха на 42,4 %, коэффициента избытка воздуха на 50,0 %, эффективного к. п. д. на 9,5 %, температуры ОГ

на 50°C, увеличение удельного эффективного расхода топлива на 13,9 %, часового расхода топлива на 8,5 %, температуры рециркулируемых газов на 17°C [6–11].

Анализируя эффективные показатели газодизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения степени РОГ при частоте вращения 1700 мин<sup>-1</sup>, можно отметить, что характер изменения кривых аналогичен характеру изменения при частоте вращения 2200 мин<sup>-1</sup>. С увеличением степени рециркуляции происходит снижение часового расхода воздуха, коэффициента избытка воздуха, эффективного КПД, температуры ОГ, увеличение удельного эффективного расхода топлива, часового расхода топлива и температуры рециркулируемых газов [12, 13].

Проведенные экспериментальные исследования убедительно доказывают возможность улучшения экологи-

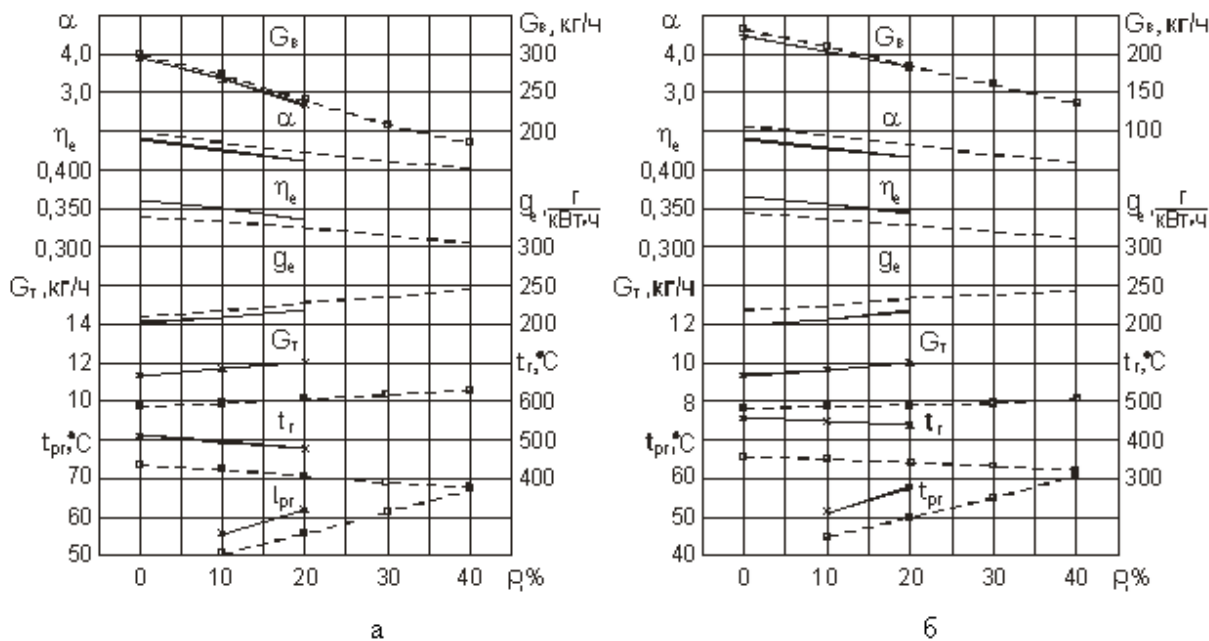


Рис. 1. Эффективные показатели газодизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения степени РОГ при  $\Theta_{впр} = 23$  градуса: а —  $n = 2200$  мин<sup>-1</sup>; б —  $n = 1700$  мин<sup>-1</sup>;  $\times$  —  $p_e = 0,63$  МПа;  $\square$  —  $p_e = 0,51$  МПа

ческих показателей газодизелей путем применения РОГ. При этом обнаружено постоянство эффективных, токсических показателей, характеристик процесса сгорания и тепловыделения газодизелей [14–20].

Таким образом, применение компримированного природного газа и РОГ на дизеле 4Ч 11,0/12,5 обеспечивает надежную работу дизеля, при этом ухудшение эффективных показателей при степени РОГ 10% не превышает 5%.

#### Литература:

1. 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.
2. 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.
3. 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. — 155 с.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // *Молодой ученый*. 2015. № 9 (89). с. 151–154.
10. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // *Молодой ученый*. 2015. № 10 (90). с. 139–142.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.

18. Скрябин, М.Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
19. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
20. Лиханов, В.А., Лопатин О.П. Исследование нагрузочного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанолю- и этанолю топливных эмульсиях // Потенциал современной науки. 2015. № 3 (11). с. 40–44.

### Экологические показатели газодизеля в зависимости от степени рециркуляции

Лопатин Олег Петрович, кандидат технических наук, доцент  
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе представлены результаты исследований влияния применения компримированного природного газа и рециркуляции отработавших газов на показатели токсичности и дымности отработавших газов дизеля размерности 4Ч 11,0/12,5.

**Ключевые слова:** дизель, газодизель, природный газ, рециркуляция отработавших газов, экологические показатели.

Показатели токсичности и дымности отработавших газов (ОГ) газодизеля 4Ч 11,0/12,5 на установочном угле опережения впрыскивания топлива 23 градуса в зависимости от изменения степени рециркуляции отработавших газов (РОГ) представлены на рис. 1 [1–5].

Анализируя показатели токсичности и дымности ОГ при номинальной частоте вращения ( $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ ) можно отметить, что с увеличением степени РОГ происходит снижение содержания в ОГ оксидов азота и сум-

марных углеводородов при работе с 10%-ной степенью РОГ, увеличение оксида, диоксида углерода и дымности ОГ, а так же суммарных углеводородов при степени РОГ более 20%. Так, применение 40%-ной степени РОГ при  $\Theta_{впр} = 23$  градуса и  $p_e = 0,51 \text{ МПа}$  приводит к снижению содержания оксидов азота в ОГ на 71,0%, увеличению суммарных углеводородов на 42,5%, оксида углерода на 34,3%, диоксида углерода на 55,5% и дымности ОГ на 50,0% [6–12].

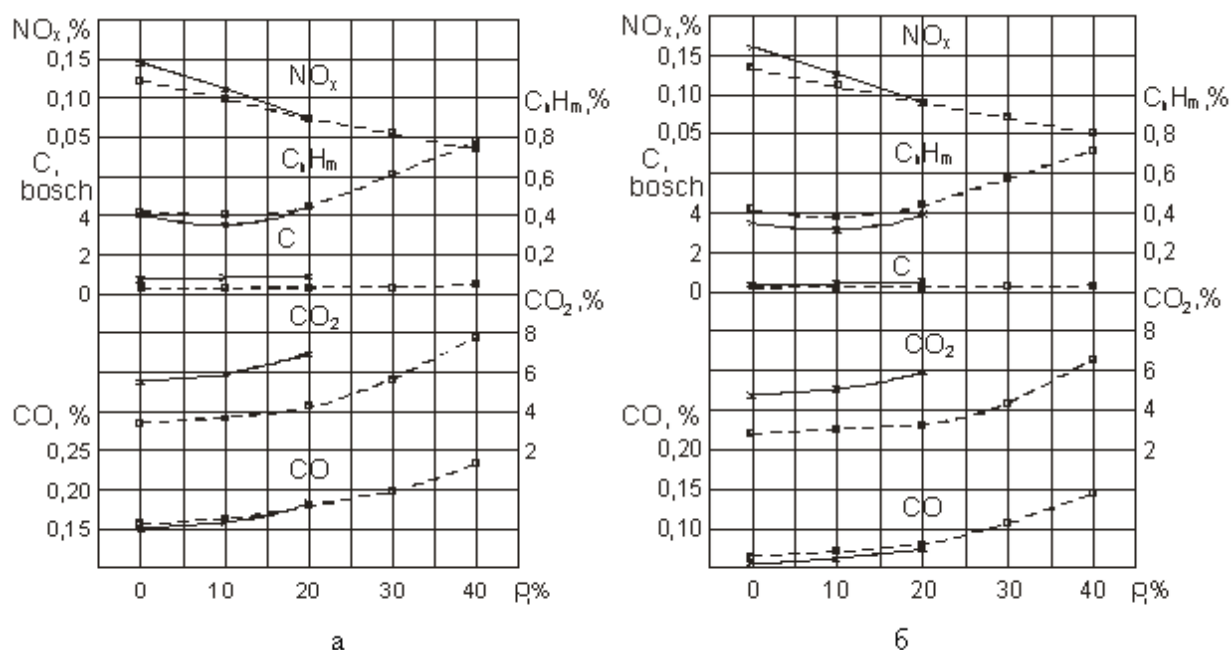


Рис. 1. Показатели токсичности и дымности ОГ газодизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения степени РОГ при  $\Theta_{впр} = 23$  градуса: а —  $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ ; б —  $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$ ;  $\times$  —  $p_e = 0,63 \text{ МПа}$ ;  $\square$  —  $p_e = 0,51 \text{ МПа}$

Рассматривая же частоту вращения при максимальном крутящем моменте ( $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$ ) видно, что общие закономерности изменения кривых содержания токсичных компонентов в ОГ сохраняются и для этой частоты вращения. Так, с увеличением степени рециркуляции происходит снижение содержания в ОГ оксидов азота, снижение суммарных углеводородов при степени рециркуляции 10% и увеличение содержания других токсичных компонентов [13–16].

Подводя итоги полученных результатов, можно оценить влияние применения КПП в качестве моторного топлива в дизеле 4Ч 11,0/12,5 при работе с РОГ на экологические показатели работы дизеля. Можно отметить, что совместное использование КПП и РОГ позволяет значительно снизить содержание оксидов азота в ОГ, дымность ОГ и тем самым улучшить экологические показатели дизеля 4Ч 11,0/12,5. [17–20].

#### Литература:

1. 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.
2. 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.
3. 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. — 155 с.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154.
10. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142.
11. 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.
12. Скрыбин, 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.
13. Лопатин, С. О., Скрыбин 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.
14. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрыбин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. с. 19–21.
15. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрыбин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. с. 6–7.
16. Скрыбин, 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.

17. 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.
18. Скрябин, М.Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
19. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
20. Лиханов, В.А., Лопатин О.П. Исследование нагрузочного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанолю- и этанолю топливных эмульсиях // Потенциал современной науки. 2015. № 3 (11). с. 40–44.

## Исследование скоростного режима газодизеля при работе с рециркуляцией

Лопатин Олег Петрович, кандидат технических наук, доцент  
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе представлены результаты эффективных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на компримированном природном газе с рециркуляцией отработавших газов на скоростном режиме.

**Ключевые слова:** дизель, газодизель, природный газ, рециркуляция отработавших газов, эффективные показатели.

Зависимости эффективных показателей работы газодизеля 4Ч 11,0/12,5 по дизельному, газодизельному и газодизельному с рециркуляцией отработавших газов (РОГ) процессам на установочных углах опережения впрыскивания топлива (УОВТ) 23 и 26 градусов в зависи-

мости от изменения частоты вращения коленчатого вала без регуляторной ветви представлены на рис. 1 [1–5].

Анализируя графики при УОВТ равном 23 градуса можно отметить, что при работе газодизеля с 10 %-ной РОГ эффективная мощность и крутящий момент оста-

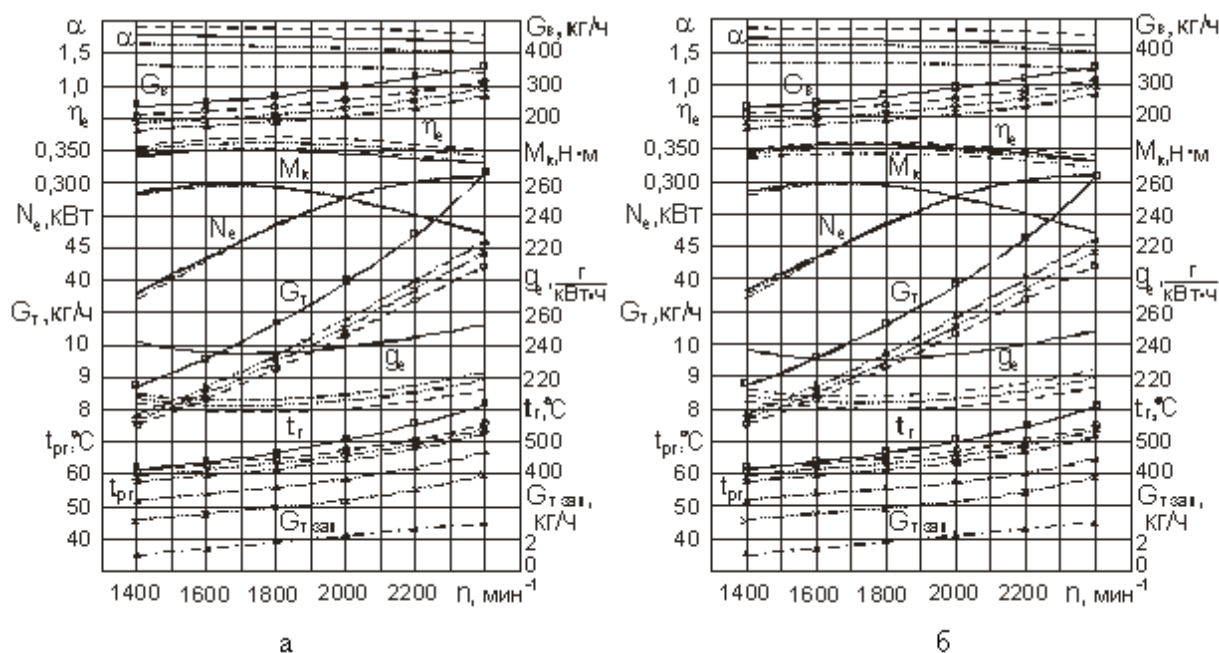


Рис. 1. Влияние применения природного газа и РОГ на эффективные показатели работы дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения частоты вращения коленчатого вала: а —  $\Theta_{впр} = 23^\circ$ ; б —  $\Theta_{впр} = 26^\circ$ ;  $\square$  — дизельный процесс;  $\circ$  — газодизельный процесс;  $\times$  — рециркуляция 10%;  $\Delta$  — рециркуляция 20%;  $\Delta$  — расход запального ДТ

ются практически на уровне чисто газодизельного процесса. При увеличении степени рециркуляции до 20% происходит снижение эффективной мощности и крутящего момента. Так, применение 20%-ной РОГ при  $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$  приводит к падению эффективной мощности на 2,5% относительно чисто газодизельного процесса. При работе по газодизельному процессу при уменьшении частоты вращения в диапазоне с 2400 до 1400  $\text{мин}^{-1}$  удельный эффективный расход топлива изменяется в пределах с 212,9 до 204,3 г/кВт·ч, при работе на КПГ с 10 и 20%-ной РОГ  $g_e$  изменяется в пределах с 218,3 до 201,1 г/кВт·ч и с 226,1 до 213,8 г/кВт·ч соответственно. Таким образом, применение 10 и 20%-ной РОГ в диапазоне  $n$  с 1400 до 2400  $\text{мин}^{-1}$  приводит к увеличению  $g_e$  до 1,6...2,5% и до 4,4...5,8% соответственно. Значение эффективного КПД, максимум которого достигается при частоте, соответствующей максимальному крутящему моменту, по газодизельному процессу составляет 0,37, а по газодизельному с 10 и 20%-ной

РОГ — 0,36 и 0,35, что ниже на 2,7 и 5,4% соответственно [6–11].

При работе газодизеля с РОГ часовой расход воздуха и  $\alpha$  уменьшаются пропорционально увеличению степени рециркуляции. Температура ОГ при работе с рециркуляцией снижается незначительно с увеличением степени РОГ. Температура рециркулируемых ОГ при работе с 20%-ной РОГ на всех скоростных режимах не превышает 67°C [12–17].

Рассматривая кривые при УОВТ равном 26 градусов видно, что общая картина изменения эффективных показателей работы газодизеля и газодизеля с РОГ не изменилась при их различных абсолютных числовых значениях [18–20].

Таким образом, по результатам скоростных характеристик применение КПГ и РОГ на дизеле 4Ч 11,0/12,5 обеспечивает надежную работу дизеля, при этом ухудшение эффективных показателей при степени РОГ 10% не превышает 5%.

#### Литература:

1. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование скоростного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанола- и этанола топливных эмульсиях // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). с. 24–26.
2. 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.
3. 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. — 155 с.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154.
10. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142.
11. 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.
12. 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.

13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. Скрябин, М. Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 312–315.
19. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 315–318.
20. 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.

# Молодой ученый

Научный журнал  
Выходит два раза в месяц

№ 11 (91) / 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.  
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.  
Мусаева У. А.  
Насимов М. О.  
Прончев Г. Б.  
Семахин А. М.  
Сенюшкин Н. С.  
Ткаченко И. Г.  
Яхина А. С.

**Ответственные редакторы:**

Кайнова Г. А., Осянина Е. И.

**Международный редакционный совет:**

Айрян З. Г. (Армения)  
Арошидзе П. Л. (Грузия)  
Атаев З. В. (Россия)  
Борисов В. В. (Украина)  
Велковска Г. Ц. (Болгария)  
Гайич Т. (Сербия)  
Данатаров А. (Туркменистан)  
Данилов А. М. (Россия)  
Досманбетова З. Р. (Казахстан)  
Ешнев А. М. (Кыргызстан)  
Игисинов Н. С. (Казахстан)  
Кадыров К. Б. (Узбекистан)  
Кайгородов И. Б. (Бразилия)  
Каленский А. В. (Россия)  
Козырева О. А. (Россия)  
Куташов В. А. (Россия)  
Лю Цзюань (Китай)  
Малес Л. В. (Украина)  
Нагервадзе М. А. (Грузия)  
Прокопьев Н. Я. (Россия)  
Прокофьева М. А. (Казахстан)  
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», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4