

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



Олегу Плевако

11
2016
Часть IV

16+

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 11 (115) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических 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

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хуснидин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

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

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

На обложке изображен Фёдор Никифорович Плевако (1842–1909) — один из самых известных российских адвокатов, юрист, судебный оратор, действительный статский советник.

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».

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.

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)*

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*

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

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

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

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

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

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

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

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

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, *доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*

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

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

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

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

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

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

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

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

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

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

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

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

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

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

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

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

Узаков Гулом Норбоевич, *доктор 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)*

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственные редакторы: Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович, Майер Ольга Вячеславовна

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; http://www.moluch.ru/.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 1.07.2016. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Кипрушева Н. А.**
Задачи оптимизации энергоснабжения 375
- Киселёв Б. Ю., Сикорский С. П.**
Расчет доли потерь мощности обусловленных интергармониками в кабельной линии электропередач 377
- Комахин М. О., Самаев А. С.**
Принципы построения систем радиочастотной идентификации 381
- Комахин М. О.**
Анализ методов синхронизации устройств с источником цифрового сигнала в системах цифровой обработки аудиоданных 384
- Комбаров Д. А.**
Определение толщины защитных покрытий ... 388
- Коровкин В. С., Ямкова Е. В., Мацукатов Д. Г.**
Зависимость несущей способности свайных фундаментов от фильтрационной консолидации 394
- Крамор Н. Р., Чипчев К. Ю.**
Применение мультифрактального анализа для количественного описания свойств поверхности пористого кремния 396
- Куликов А. Ю., Суконкин И. А., Романова В. О., Кобозева О. Н.**
Система обработки изображений видеозендоскопа 399
- Лаптева М. Д., Миллер Д. Э., Мироманова Ю. В., Вавилова Н. А.**
Химический состав мясного сырья и его изменения при приготовлении блюд 403
- Леканов С. В., Стрикунов Н. И.**
Классификация сепарирующих поверхностей зерноочистительных машин 406
- Ли В. В.**
Устройство автомобильной аккумуляторной батареи. Недостатки и преимущества конструкции аккумулятора автомобиля 409
- Лукин А. А., Меренкова С. П., Лигостаев Д. Г.**
Разработка технологии бездрожжевого хлеба 411
- Мавлонова И. Р.**
Программное обеспечение системы автоматизированного проектирования швейных изделий 414
- Матвеева Е. В., Корнякова Е. Д.**
Перспективы строительства Трансконтинентальной магистрали 416
- Матниязов Б. К., Данатаров А., Мамедов С.**
Разработка технологии и средств механизации при планировке орошаемых земель в условиях Туркменистана 421
- Межунц Т. В., Малышев И. В., Ахалая Д. А.**
Расчет гетеродинного генератора миллиметрового диапазона на диоде Ганна ... 424
- Мефед А. В.**
Перспектива применения электродвигателей в автомобилях 429
- Митрофанов А. П., Паршева К. А.**
Анализ состояния поверхностных слоев металлов при различных условиях механического воздействия 433
- Петросян М. С., Дыгало В. Г., Ревин А. А.**
Разработка методики и средств для испытания манжет главного тормозного цилиндра 436
- Попов А. Е.**
Обзор и анализ характеристик кораблей проекта 1144 439

Раззаков Т. Х., Тоштемиров С. Ж. Обоснование и анализ процесса взаимодействия пальцевого рабочего органа загрузчика с массой вороха клевера 443	Селихов Ю. Р., Шуклин А. В., Юрсков С. В., Хамуш А. Л. Инжиниринг трафика в программно определяемых сетях 461
Рахмонов И. М., Тухтаева З. Ш., Шаропова Д. Х., Муминова Д. К. Изучение конструкции механизмов игл различных швейных машин 445	Селихов Ю. Р., Юрсков С. В., Шуклин А. В., Хамуш А. Л., Газаров Д. А. Методы моделирования случайных процессов 467
Рудаков О. М. Метод биометрической аутентификации, основанный на анализе клавиатурного почерка 448	Серикбаева А. Б., Валиева Д. Г. Система оценки и управления безопасностью предприятия в условиях неопределенности ... 471
Савчиц А. В., Шкляр Н. А. Разработка автоматизированной системы управления процессом вулканизации резинотехнических изделий 451	Соколов Б. В., Агишев К. Н., Чернышев Д. А. Анализ работоспособности грунтовой плотины в криолитозоне 473
Саидкулов С. О., Якубов Д. Подсистема проектирования одежды промышленного производства по индивидуальным заказам населения 454	Сотникова И. В., Косокина В. К. Анализ оптимизации энергоэффективных систем теплоснабжения в условиях Узбекистана 479
Саидова Х. Х., Хомидов Я. Я., Абидова З. К. Механизм перемещения материала при равномерном перемещении плотного материала в швейной машине Juki 456	Стрикунов Н. И., Леканов С. В., Степанец Д. В. К вопросу разделения зерна по длине на цилиндрическом решете с внутренним пластинчатым барабаном 482
Сайфуллаева Д. А. Методы математического описания контуров легал швейных изделий, методы линейно- круговой аппроксимации 459	Стрикунов Н. И., Леканов С. В. Технологическое обеспечение производства семян 485

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Задачи оптимизации энергоснабжения

Кипрушева Наталья Александровна, магистрант
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассмотрен комплекс задач по энергоснабжению и эффективному финансированию проектов энергетики, учитывающие ограничения в производстве, потреблении и доставке энергоресурсов. Показано, что задачи оптимизации энергоснабжения по критерию минимум затрат могут быть формализованы на языке линейного программирования, в виде задачи транспортного типа или задачи о назначениях.

Ключевые слова: энергоресурсы, математические модели, энергоаудит, линейное программирование

В современном мире необходимым условием сохранения жизни и развития цивилизации стало обеспечение человечества достаточным количеством энергии и топлива. Энергетика, в широком смысле, охватывает сложную совокупность процессов преобразования и передачи энергии от источников получения природных энергетических ресурсов до приемников энергии включительно [8].

Энергетика представляет собой сложный развивающийся объект, исследование которого возможно только на основе системного подхода. Важная особенность энергетики — ее развитие в направлении *углубления принципа* системности, т. е. по пути формирования совокупности больших систем на основе сочетания концентрации как производства, так и средств транспорта преобразованных видов энергии и энергетических ресурсов, и централизации их распределения [4,5].

Главное в развитии систем энергетики — глобальность, характеризуемая превращением их в единые системы. Перед тем, как разработать и назначить необходимые меры для обеспечения успешного внедрения комплекса мер по оптимизации энергоснабжения больших систем, проводят энергоаудит [6,9].

Энергетическое обследование — сбор информации об использовании энергетических ресурсов, показателях энергетической эффективности. Энергоаудит помогает грамотно применить существующие задачи и оптимизировать их [7]. Также от ритмичности и бесперебойности энергоснабжения предприятия зависит достижение планируемых экономических показателей, от себестоимости получения и распределения различных видов энергии зависит себестоимость выпускаемой предприятием продукции.

Для комплексных задач энергетики, часто тесно связанных с ними смежных народнохозяйственных задач, важен системный подход за счет оптимизации и разработки комплекса задач [3,4]. Для достижения цели разработана математическая постановка нижеописанных задач.

1. Комплекс задач по оптимизации процесса энергоснабжения предприятий.

Задача внешнего энергоснабжения при планировании перевозок однородных энергоносителей (уголь, торф, газ, нефть) между поставщиками и потребителями, размещенными в различных точках пространства. Постановка задачи заключается в следующем.

Пусть имеется m пунктов производства (поставщиков) некоторого однородного продукта энергоносителя и n пунктов его потребления. Для каждого пункта производств i известен объем производств $a_i, i = \overline{1, m}$, а для каждого пункта потребления j -объем потребления $b_j, j = \overline{1, n}$, при этом чаще всего предполагается, что суммарные производств и суммарное потребление сбалансированы, т. е.

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

где i — пункт производства энергоносителя; a_i -объем производства энергоносителя; j -пункт потребления энергоносителя; b_j — объем потребления энергоносителя.

Задача затраты c_j на перевозку единицы энергоносителя от каждого пункта производства до каждого пункта потребления. Требуется составить план перевозок, отслеживающий всех потребителей, не выходящий за пределы производительности поставщиков и отслеживающий минимум суммарных затрат на перевозку.

Ведением переменных x_{ij} , представляющих собой объемы перевозок от каждого поставщика к каждому потребителю j , эта задача приводится к минимуму пути:

$$\min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}, \tag{1}$$

при условиях:

$$x_{ij} \geq 0, \sum_{i=1}^m x_{ij} = a_i, \sum_{j=1}^n x_{ij} = b_j \tag{2}$$

где $i = \overline{1, m}$ $j = \overline{1, n}$.

Данная задача решает проблему экономичного плана транспорта однородных или взаимозаменяемых продуктов из пунктов производства (источников теплоты) в пункты потребления (абонентские установки потребителей теплоты) и является задачей линейного программирования транспортного типа. Наиболее распространенным методом ее решения является «метод потенциалов» [1,3].

2. Задача внутреннего энергоснабжения при планировании экономного назначения источников тепло (электро) энергии на потребителей. Постановка задачи заключается в следующем.

Пусть имеется n источников энергии и n потребителей энергии внутри некоторого производственного помещения (Объекта). При закреплении i -го источника за j -ым потребителем производятся затраты c_{ij} , $i, j = \overline{1, n}$. Накладываются ограничения: каждый источник может прикрепляться только к одному потребителю; каждый потребитель может прикрепляться только к одному источнику. Требуется в рамках данных ограничений найти такую схему закрепления потребителей за источниками при которой достигаются минимальные суммарные затраты на сопряжение теплоносителями источника с потребителями.

Введем переменную x_{ij} — признак назначения источника энергии на потребителя энергии

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-ый источник назначен на } j\text{-го потребителя} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases},$$

тогда математически задача формулируется следующим образом

$$\min_{\langle x_{ij} \rangle} \sum c_{ij} x_{ij}, \tag{3}$$

при ограничениях:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, x_{ij} = 1..0. \tag{4}$$

Выражение (3) означает цель решения задачи, а выражение (4) соответствует ограничениям.

Данная задача является задачей целочисленного линейного программирования наиболее распространенным методом ее решения является «Венгерский метод» [1].

3. Задача финансирования исследовательских проектов при разработке систем энергоснабжения. Постановка задачи заключается в следующем.

Пусть на протяжении T лет возможно осуществление n - исследовательских проектов. Ожидаемый эффект каждого j -го проекта выраженный в единицах полезности составляет c_j , $j = \overline{1, n}$. Затраты в год i на осуществление проекта составляют a_j , а общий лимит капиталовложений на исследования в году i равен b_i , $i = \overline{1, m}$. Требуется указать максимально эффективный набор проектов не выходящий за пределы отпускаемых вложений.

Введем переменную x_j

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{если проект осуществляется} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases},$$

найти

$$\min_{\langle j \rangle} \sum_{j=1}^n c_j x_j, \tag{5}$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} x_j \leq b_i, i = \overline{1, m}, x_j = 0, 1, j = \overline{1, n}. \quad (6)$$

Задача является задачей нелинейного целочисленного программирования типа «задача о ранце». Метод решения «метод ветвей и границ» [2].

В статье показано, что задачи оптимизации схем энергоснабжения [10] по критерию минимум затрат могут быть формализованы на языке линейного программирования, в виде задачи транспортного типа или задачи о назначениях.

В настоящее время разработаны эффективные методы их решения — метод потенциалов, венгерский метод, метод ветвей и границ. Создана библиотека программ, позволяющие находить точные решения рассмотренных оптимизационных задач. В результате разработана схема обеспечения энергоресурсами по критерию минимальных затрат на их доставку и финансирование, при ограничениях на объемы производства и потребления.

Литература:

1. Кузнецов, Ю.Н. Математическое программирование: Учебник / Ю.Н. Кузнецов, В.И. Кузубов А.Б., Волощенко. Изд-во Вышшая школа) — 2-е изд, 1980. — 302 с.
2. Кофман, А. Методы и модели исследования операций / А. Кофман, А. Анри-Лабордер — Изд-во: «Мир», 1977. — 432 с.
3. Соболев, Б.В. Методы оптимизации: практикум / Б.В. Соболев, Б.Ч. Месхи, Г.И. Каныгин. — Ростов н/Д.: Феникс, 2009. — 380 с.
4. Комплексное развитие систем коммунальной инфраструктуры муниципального образования: монография / В.Н. Семенов [и др.]. Изд-во Воронежского ГАСУ, 2010. — 135 с.
5. Китаев, Д.Н. Развитие системы теплоснабжения городского округа город Воронеж в долгосрочной перспективе / Д.Н. Китаев // Инженерные системы и сооружения. — 2010. — № 2 (3). — с. 72–77.
6. Семенов, В.Н. Энергосбережение и повышение энергоэффективности для объектов социальной сферы / В.Н. Семенов, Д.Н. Китаев, Т.В. Щукина, Д.Ю. Королев // Энергосбережение. — 2010. — № 6. — с. 38–43.
7. Китаев, Д.Н. Современные отопительные приборы и система теплоснабжения / Д.Н. Китаев, Т.В. Щукина. — 2012. — № 6. — с. 59–62.
8. Семенов, В.Н. Актуальные проблемы теплоснабжения муниципальных образований (на примере городского округа город Воронеж) / В.Н. Семенов, Д.Н. Китаев, А.С. Овсянников // Вестник центрального территориального отделения Российской академии архитектуры и строительства. — 2015. — Вып. 14. — с. 100–108.
9. Китаев, Д.Н. Расчет температуры наружного воздуха в точке излома температурного графика / Д.Н. Китаев // Новости теплоснабжения. — 2012. — № 10. — с. 46–48.
10. Китаев, Д.Н. Перспективные схемы использования когенерационных установок в системах теплоснабжения / Д.Н. Китаев, А.В. Золотарев, Н.С. Шестых // Инженерные системы и сооружения. — 2012. — № 2. — с. 26–29.

Расчет доли потерь мощности обусловленных интергармониками в кабельной линии электропередач

Киселёв Богдан Юрьевич, ассистент;
Сикорский Сергей Петрович, студент
Омский государственный технический университет

В статье рассмотрена проблема нормирования интергармоник, связанная с тем, что понятие интергармоник является достаточно новым и малоизученным. Также в статье описаны основные типы источников интергармоник. Произведён расчет потерь мощности обусловленных как высшими гармониками там и интергармониками. Так же вычислена в процентах доля потерь мощности в кабельной линии отходящая на интергармоники. В качестве нелинейной нагрузки был использован статический преобразователь частоты.

Ключевые слова: *потери мощности, интергармоники, высшие гармоники.*

В настоящее время стандарты на качества электроэнергии в различных странах мира нормируют уровни высших гармоник, коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения (тока), коэффициент гармонической состав-

ляющей напряжения (тока), а так же допустимые значения мощности вентильных преобразователей. В то время как нормирование интергармоник не проводится или еще пока находится в процессе разработки, либо носит только рекомендательный характер. Это в первую очередь связано с тем, что понятие интергармоник является довольно новым и как следствие сами интергармоники являются малоизученными по сравнению с высшими гармониками. Однако с ростом количества и мощности нелинейных нагрузок, ведёт к тому, что анализа качества электроэнергии без учёта интергармоник может быть недостаточно, тем более в сфере электромагнитной совместимости.

Международной электротехнической комиссией (МЭК) предусматривается ограничение уровней ИГ напряжения значением 0,2% от номинального [5]. Однако это ограничение принято только с точки зрения фликера и влияния ИГ на низкочастотные линии питания управляющих сигналов.

Показатель качества электроэнергии «интергармоники» в практику был введён в 1994 году европейским стандартом EN 50160. Исходя из стандарта международной электротехнической комиссии (МЭК) и документа рабочей группы IEEE, интергармоники это гармонические колебания частота которых не кратна частоте питающей сети [1].

Ниже представим математическое описание различных типов гармонических составляющих:

Гармоника $f = hf_1$, где $h > 0$ (h — целое число)

Интергармоника $f \neq hf_1$, где $h > 0$ (h — целое число)

Субгармоника $0 \text{Гц} < f < f_1$

Где f_1 — частота питающей сети в нашем случае 50 Гц.

Из формул видно, что существуют еще и субгармоники частота которых меньше частоты питающей сети, однако можно субгармоники также рассматривать как частный случай интергармоник в случае, когда их частота меньше частоты питающей сети [2].

Интергармоники возникают в результате модуляции питающей частоты и высших гармонических составляющих любыми другими частотными составляющими и наблюдаются при наличии таких нагрузок, как статические преобразователи частоты, циклоконверторы, асинхронные двигатели (АД), асинхронные преобразовательные каскады, дуговые печи и все нагрузки, имеющие частоту, отличную от основной [4,6].

Одними из основных источников интергармоник являются статические преобразователи частоты, на выходе которых формируется переменное напряжение более низкой частоты, состоящее из следующих одно за другим напряжений многофазного источника переменного тока более высокой частоты. Схема одного из таких преобразователей частоты показана на рисунке 1.

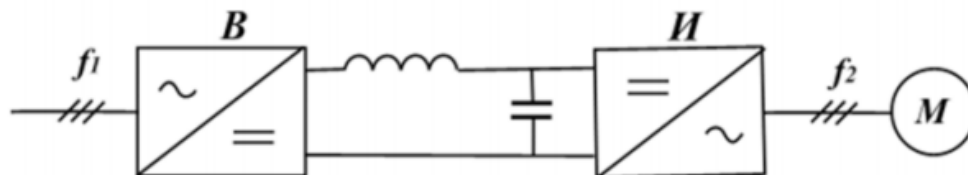


Рис. 1. Схема статического преобразователя частоты

Причина появления ИГ в кривых выходного напряжения и входного тока НПЧ непосредственно вытекает из принципа их формирования. Сетевой ток статического преобразователя частоты имеет характерный спектр с частотами [7].

$$f_i = (p_1 m \pm 1) f_1 + p_2 n f_2, \quad (1)$$

где p_1 — число пульсаций на входе;

p_2 — число пульсаций на выходе;

$n = 0, 1, 2, \dots$;

$m = 0, 1, 2, \dots$;

f_2 — выходная частота статического преобразователя частоты, Гц.

Интергармоники как и высшие гармоники являются источниками дополнительных потерь в токоведущих частях систем электроснабжения. На первый взгляд может показаться, что интергармоника при расчете потерь мощности можно пренебречь по причине того, что их амплитуды очень малы и как правило не превышают даже 10% от амплитуды основной частоты [3].

Цель данной работы заключается в том, чтобы рассчитать долю потерь мощности обусловленных как высшими так и интергармониками от потерь на основной частоте.

Численный эксперимент будет произведён для схемы представленной на рисунке 2. Схема содержит источник питания (ИП), кабельную линию электропередач и нелинейную нагрузку, в качестве нелинейной нагрузки выступает статический преобразователь частоты выходная частота которого равна $f_1=5$ Гц, частота питающей сети $f^2=50$ Гц. Параметры кабельной линии приведены в таблице 1.

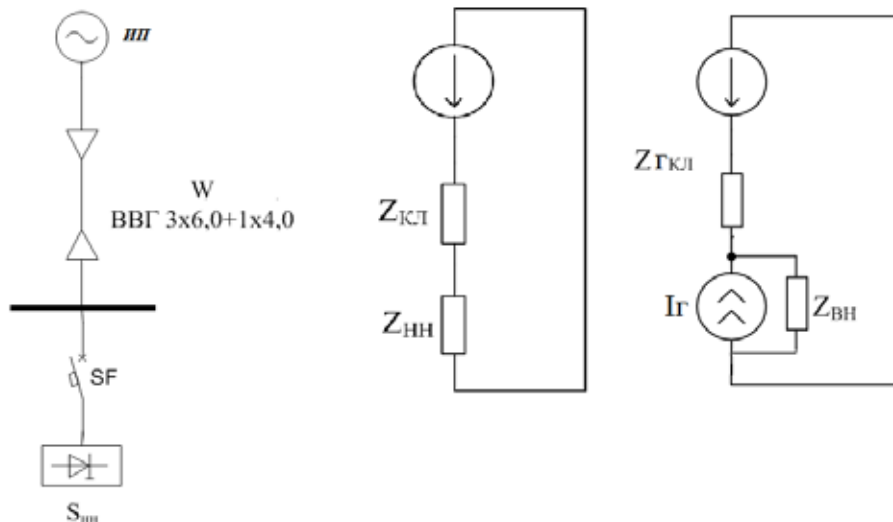


Рис. 2. Исследуемая схема электроснабжения и её схемы замещения для основной частоты и для гармоник

Таблица 1. Параметры кабельной линии

Кабельная линия ВВГ 3x6,0+1x4,0		
r_0 , Ом/км	x_0 , Ом/км	Идл. доп., А
0,443	0,0612	180

Осциллограмма тока в кабельной линии представлена на рисунке 3. На рисунке 4 представлен Фурье спектр сигнала тока в кабельной линии. Амплитудное значение тока на основной частоте равно $I_{50} = 93,725$ А.

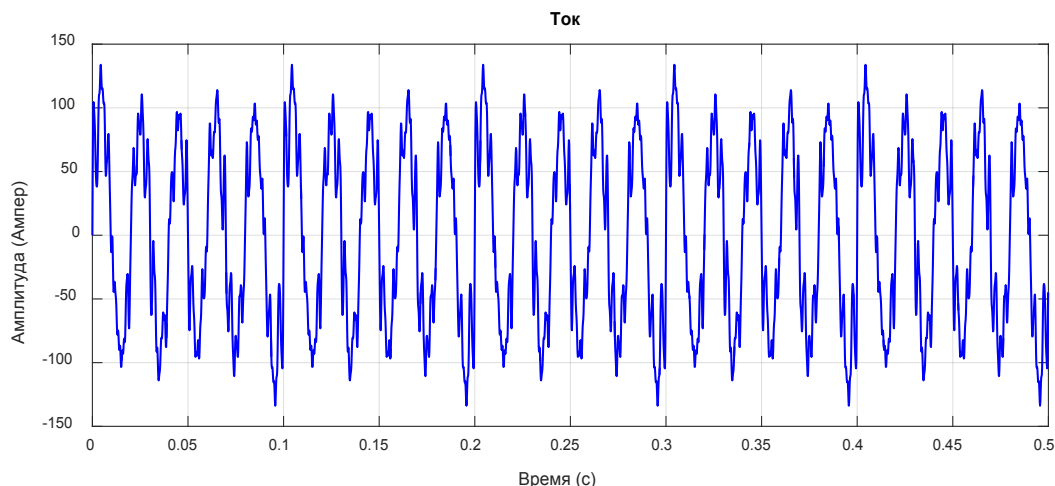


Рис. 3. Осциллограмма тока в кабельной линии

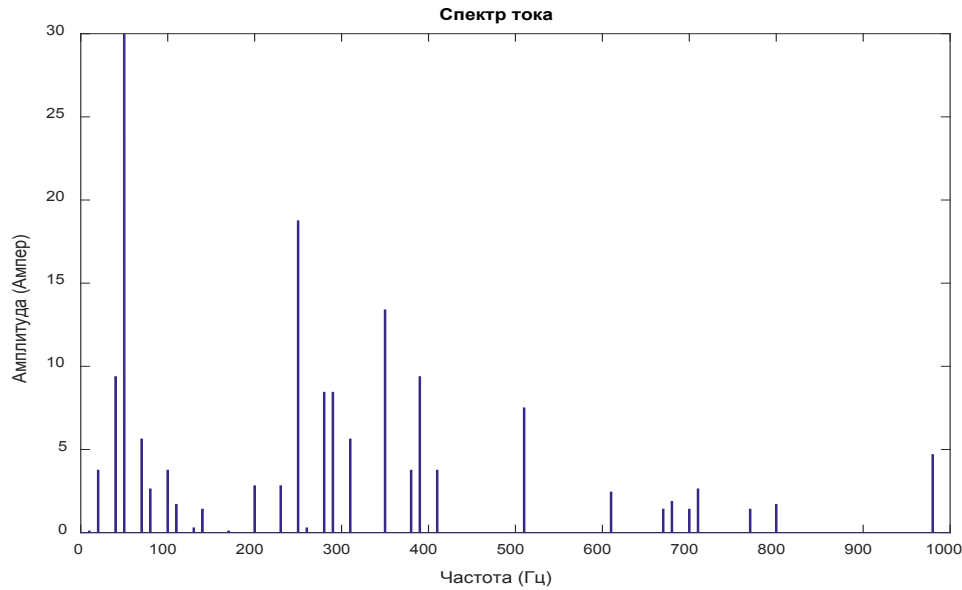


Рис. 4. Фурье спектр тока в кабельной линии

Далее, произведём расчет потерь мощности в кабельной линии для каждой гармонической составляющей в отдельности. Потери мощности в кабельной линии будут рассчитываться по формуле

$$\Delta P = I^2 \cdot R \tag{2}$$

В таблицу 2 сведены суммарные потери мощности, потери мощности обусловленные высшими гармониками, потери мощности обусловленные интергармониками, также занесены относительные значения потерь на высших гармониках и потерь на интергармониках от суммарных потерь мощности.

Таблица 2. Результаты расчетов

Суммарные потери мощности	Потери мощности обусловленные Высшими гармониками	Потери мощности обусловленные интергармониками	Доля потерь на высших гармоник	Доля потерь на интергармониках
ΣP, Вт	P _{вг} , Вт	P _{иг} , Вт	E _{вг} %	E _{иг} %
1199	58,77	167,40	4,9	13,96

Из результатов приведенных в таблице 2 видно, что доля потерь на интергармоники очень существенна и в нашем случае даже превышает долю потерь на высших гармониках. Это связано с тем, что хоть амплитуда интергармоник и имеет очень маленькую амплитуду, однако частотный спектр интергармоник имеет очень большую плотность. Отсюда можно сделать вывод, что интергармоники необходимо учитывать. И необходимо уделить большое внимание как теории интергармоник так и их нормированию.

Литература:

1. Жежеленко, И.В. Причины появления интергармоник, генерируемых непосредственными преобразователями частоты, и подход к их нормированию / И.В. Жежеленко, Ю.Л. Саенко, Т.К. Бараненко // Вісник ПДТУ. — Мариуполь, 2004. — № 14.
2. Жежеленко, И.В., Саенко Ю.Л., Бараненко Т.К. Интергармоники в системах электроснабжения промпредприятий // Вестник ПГТУ. — Мариуполь, 1999. — № 8. — с. 5–10.
3. Яценко, А.А. Влияние модуляции тока сети на увеличение потерь при передаче энергии // Проблемы энергосбережения. — 1990. — Вып. 3. — с. 40–42.
4. Gallo, D., Langella R., Testa A. On the processing of harmonics and interharmonics in electrical power systems // IEEE Transactions on Power Engineering Society Winter Meeting. — 2000. — Vol. 3. — P. 1581–1586

5. Hanzelka, Z., Bien A. «Power Quality Application Guide. Interharmonics 3.1.1», Leonardo Power Quality Initiative, July 2004
6. Loskarn, M., Żeżelenko I.V., Hanzelka Z. Interharmoniczne w systemie elektroenergetycznym // VI szkoła-konferencja Elektrotechnika Prądy Niesinusoidalne. — Zielona Góra (Polska), 2002. — P. 117–142.
7. Yong, J. Characterizing voltage fluctuations caused by a pair of interharmonics/ Yong J., Tayjasanant T., Xu W., Sun C.//IEEE Transactions of power delivery. Vol. 23. No. 1. January 2008. P. 319–327.

Принципы построения систем радиочастотной идентификации

Комахин Михаил Олегович, магистрант;

Самаев Артем Сергеевич, магистрант

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Все большую популярность в России набирает технология RFID. Широкая популярность обуславливается дешевизной и простотой использования систем, построенных на основе данной технологии. Такие системы широко применяются в логистике, системах аутентификации и контроля. Технология радиочастотной идентификации схожа по функционалу с штрих-кодом, но обладает существенными преимуществами в эксплуатации: надежность, большая защищенность, износостойкость элементов. Основным преимуществом является то, что хранение и передача данных производится с использованием криптографических алгоритмов. Это значительно усложняет попытки несанкционированного считывания данных и взлома всей системы. В данной статье приведена подробная классификация с описанием каждого вида RFID меток. Произведен анализ существующих RFID меток, рассмотрены достоинства и недостатки их решений: надежность, дальность действия, энергонезависимость. Проведено сравнение различных систем, построенных на технологии RFID и даны рекомендации по выбору компонентов при проектировании различных систем.

Ключевые слова: RFID технология, логистика, автоматизация производства, идентификация, система контроля качества, системный анализ.

The increasing popularity in Russia is gaining RFID technology. Wide popularity is caused by cheap and easy to use systems that are based on this technology. Such systems are widely used in logistics, authentication and control systems. RFID technology is similar in functionality to the barcode, but offers significant advantages in service reliability, great security, durability of elements. The main advantage is that the storage and transmission of data is done using cryptographic algorithms. This greatly complicates the unauthorized reading data and breaking the entire system. This article is a detailed classification of the description of each type of RFID tags. The analysis of existing RFID tags, consider the advantages and disadvantages of their decisions: the reliability, range, non-volatility. Finally, a comparison of different systems based on RFID technology, recommendations on the choice of components in the design of the various systems.

Keywords: RFID technology, logistics, industrial automation, identification, quality control, system analysis.

RFID — способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках [1]. Акроним относится к маленьким электронным устройствам, которые состоят из маленького чипа и антенны. Чип, как правило, способен к переносу 2000 байтов данных или меньше [1]. Устройство RFID служит той же самой цели как штрих-код или магнитная полоса на обратной стороне карты банкомата или кредитной карты [2]. Так же, как и штрих-код или магнитная полоса, RFID метки должны быть рассмотрены, чтобы получить информацию или восстановить информацию об идентификации. Значительное преимущество устройств RFID в сравнении с штрих-кодами и магнитными полосами состоит в том, что устрой-

ство RFID не должно быть помещено точно относительно сканера, что позволяет сократить затрачиваемое на считывание информации время [3]. Также предоставляет возможность записи большего объема данных, нежели хранящейся в штрих-кодах и других подобных носителях данных. Технология RFID была доступна более пятидесяти лет, но только недавно стало возможно произвести устройства RFID ценою в несколько центов, что позволило применять их в качестве этикеток вплоть до для мелких товаров [4]. Одной из причин, того что метки RFID столь долго не могли быть широко распространены, чтобы войти в общее употребление, является отсутствие стандартов в промышленности. Большинство компаний вложило свой капитал в технологию RFID, используя метки, чтобы отследить продукты производства в пределах их контроля [5]. Впослед-

ствии, увеличивая сферы влияния своих компаний, RFID метки начали отслеживать перемещение товаров и компонентов в рамках локальной и глобальной логистики [6]. Вместе с этим увеличивалось их разнообразие, как в конструктивных, так и в технических исполнениях, они стали неотъемлемым элементом реализации технологий «Бережливого производства» в современных условиях.

В данной статье произведена подробная классификация всех существующих видов и вариантов исполнения RFID меток с приведением их преимуществ и недостатков, что позволит потребителю выбрать наиболее для него подходящее устройство.

Анализ принципов работы RFID систем

RFID (радиочастотная идентификация) — обобщенное название применения технологий радиочастотного и элек-

тромагнитного излучений в считывании или записи данных на носитель [1].

RFID технология состоит из считывающего устройства и носителя информации.

Ридер может быть исполнен по-разному, в зависимости от предназначения (переносной сканер, стационарное устройство). Задачей ридера является активацией метки, с последующим принятием передаваемой информацией. Состоит он из антенны и управляющей электроники. Антенны считывателя излучают электромагнитные волны, передавая энергию метке, та активируется, приняв собственной антенной электромагнитную энергию, которая заряжает встроенный аккумулятор. После, используя в качестве источника питания заряженный аккумулятор, включается внутренняя электроника метки, которая отправляет хранимый ею сигнал считывателю с помощью собственной антенны. Сигнал принимается антенной считывателя, далее

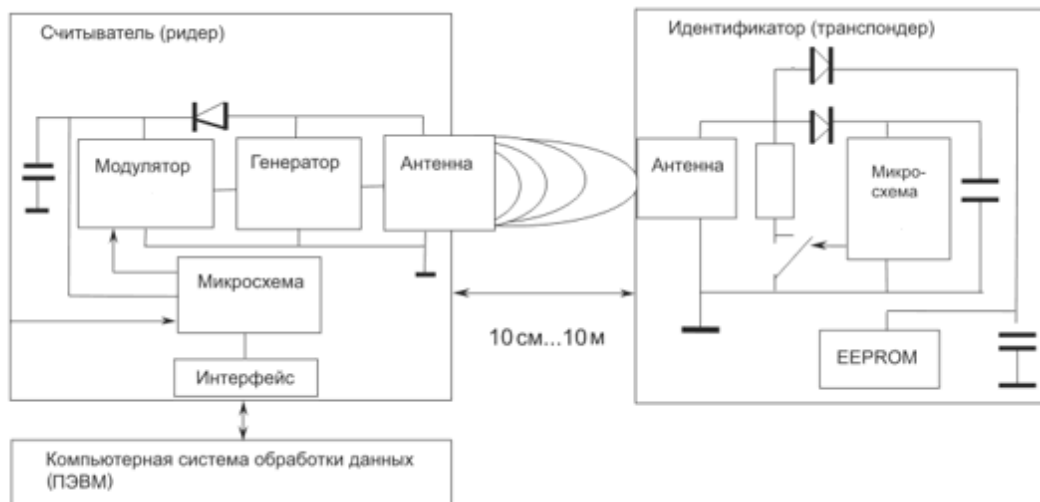


Рис. 1. Обобщенная структурная схема RFID систем

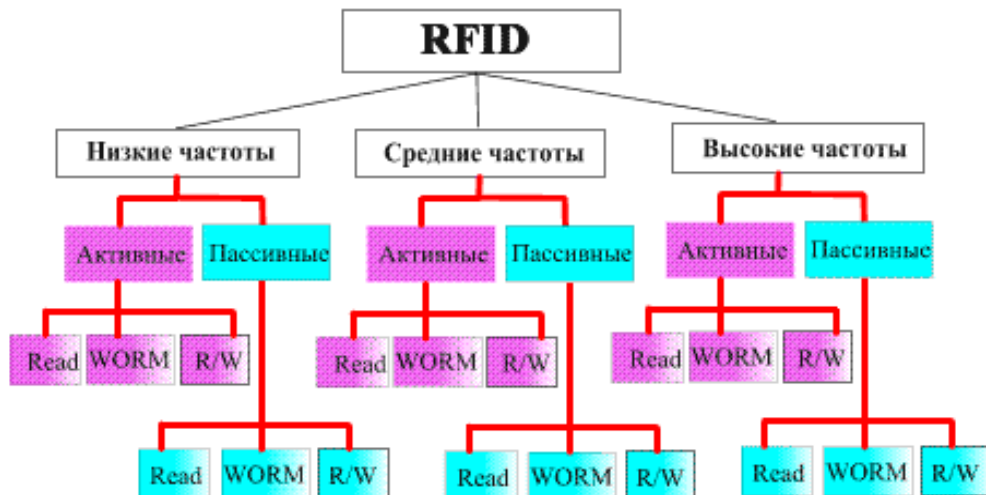


Рис. 2. Классификация RFID меток

полученный сигнал демодулируется, расшифровывается и представляется пользователю в удобном для него виде.

Классификация RFID меток

RFID метки классифицируют по следующим признакам:

- источник питания;
- рабочая частота;
- тип применяемой памяти;
- техническое исполнение.

Пассивные RFID-метки, которые не используют внутренних аккумуляторов или батарей. Работа подобных меток осуществляется за счет накопления энергии передаваемой антенной ридера в момент считывания. Т. к. используется КМОП технология, то столь малой энергии достаточно для активации работы встроенной в метку электроники и передачи обратного сигнала. Подобные метки используются в стикерах, проездных билетах или имплантатах под кожей. Их главным недостатком является в применении более мощных считывающих устройств, нежели для работы меток с активным или полупассивным источником питания.

Активные RFID-метки в технологии работы, которых применяется внутренний источник питания, что позволяет данным меткам не зависеть от энергии ридера. Это дает возможность считывать информацию с них на больших расстояниях (до 300 метров). Подобные метки имеют большие размеры и возможность установки более сложной внутренней электроники. Минусом является цена и ограничение времени работы внутренних батарей.

Также преимуществом подобных меток является большая надежность, нежели в использовании меток с пассивным источником питания и более качественном пе-

редачи сигнала, с совершением меньшего числа ошибок. За счет применения внутреннего источника питания, появляется возможность увеличения интенсивности передаваемого сигнала, что позволяет применять данные метки в более агрессивных радиочастотных средах и увеличения расстояния передачи. А усложнение внутренней электроники позволяет, к примеру, использовать различные сенсоры и датчики (мониторинг температуры скоропортящегося товара), причем время работы на внутренней батарее может достигать до 10 лет или увеличения объема внутренней памяти, тем самым увеличивая количество хранимых данных.

По рабочей частоте выделяют Диапазон LF — метки данного диапазона (125–134 кГц) отличаются низкими ценами и из-за своих физических характеристик применяются в имплантации под кожу животным. Используемый диапазон частот не позволяет производить считывание на больших расстояниях.

Диапазона HF — виды меток использующие данный диапазон (13,56 МГц) широко применяются, за счет чего стандартизированы, имеют большое разнообразие технических исполнений, а также дешевы в производстве. Также как и в предыдущем типе меток, присутствуют проблемы при считывании на большие расстояния.

Диапазона UHF — использование подобного диапазона частот (860–960 МГц) для считывания информации позволяют увеличить расстояние считывания до 300 метров и возможность применять противоколлизионные решения. Широкое распространение приобрели за счет использования в логистике. В UHF RFID-системах по сравнению с LF и HF ниже стоимость меток, при этом выше стоимость прочего оборудования.

Сравнительный анализ характеристик меток по используемым частотным диапазонам приведен в таблице 1.

Таблица 1

Частота	Основные характеристики	Где применяется
HF 13.56 МГц	<ul style="list-style-type: none"> — Применение стандартов — Дальность отклика 1.2 м — Малое количество ошибок при обращении — Малоэффективны при работе среди металлических конструкций 	<ul style="list-style-type: none"> — Карты для платежей — В службах безопасности — При учете товаров
UHF 860–930 МГц	<ul style="list-style-type: none"> — Отсутствие стандартизации — Большие размеры — Высокая дальность чтения (3 метра и более) 	<ul style="list-style-type: none"> — Логистика и подобные сферы товарооборота

По типу памяти выделяют:

— RO (Read Only) — запись данных при производстве. Отсутствует возможность перезаписи. Исключают подделки.

— WORM (Write Once Read Many) — то же что и RO, но содержат уникальный идентификатор, присутствует возможность многократного чтения.

— RW (Read & Write) — Имеют возможность многократной перезаписи внутренней информации.

По конструктивному исполнению:

— корпусные транспондеры: метки, антенна и чип которых закреплены в жестком корпусе. Имеет защиту от окружающей среды, за счет чего используется в промышленности.

— RFID этикетки: антенна и чип прикреплены к бумажной основе. Их цена ниже корпусированных меток, но, соответственно, у них ниже прочность. Используются на складах и в магазинах.

— RFID карты: представляют собой пластиковую карту, чаще всего, размером с визитку. Применяются при идентификации личности в системах безопасности.

— RFID бирки: то же что и RFID этикетки, но за счет пластикового корпуса имеют большую прочность. Применяются при учете животных.

Заключение

Технологии радиочастотной идентификации находят все большее применение в различных сферах технической деятельности: автоматизации производства, логистике, контроле качества. В данной статье рассмотрены основные виды существующих RFID меток, описаны их

преимущества и недостатки, приведена классификация.

Каждая из классифицированных в статье систем находит свое применение в различных областях. Самыми дешевыми являются пассивные метки, выполненные в виде наклейки. Их стоимостью обусловлена возможность повсеместного использования в сфере логистики и системах учета для складов. Транспондеры, применяющиеся, как правило, в системах учета проезда автотранспорта, выполнены по активной схеме и имеют защиту от окружающей среды. В системах где требуется идентификация на большом расстоянии недопустимо использование меток диапазона 125–134кГц, если таковая возможность требуется следует использовать метки диапазона 860–960МГц.

Литература:

1. Сандип Лахири. RFID. Руководство по внедрению. 2007 г. 312 с.
2. Клаус Финкенцеллер. Справочник по RFID. — Издательский дом «Додэка-XXI», 2008. 496 с.
3. Верейнов, К. Д., Власов А. И., Дудко В. Г., Тимошкин А. Г. Концепция комплексной автоматизации систем управления производством и разработками на базе современного аппаратного и программного обеспечения // Вопросы радиоэлектроники. Серия: Автоматизированные системы управления производством и разработками. 1994. № 2. с. 50–66.
4. Власов, А. И., Михненко А. Е. Информационно-управляющие системы для производителей электроники // Производство электроники. 2006. № 3. с. 15–21.
5. Власов, А. И., Михненко А. Е. Принципы построения и развертывания информационной системы предприятия электронной отрасли // Производство электроники. 2006. № 4. с. 5–12.
6. Власов, А. И., Ганев Ю. М., Карпунин А. А. Системный анализ «бережливого производства» инструментами визуального моделирования // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2015. № 4 (160). с. 19–24.

Анализ методов синхронизации устройств с источником цифрового сигнала в системах цифровой обработки аудиоданных

Комахин Михаил Олегович, магистрант

Научный руководитель: Семенов Станислав Григорьевич, доктор технических наук, профессор

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

В статье автор анализирует возможные схемы синхронизации источника цифрового сигнала и выносного блока цифро-аналогового преобразования. Рассмотрен вопрос синхронизации устройств с различающимися частотами дискретизации. Приведены достоинства и недостатки каждого из методов синхронизации. Приведены способы устранения недостатков. Автор уделяет особое внимание проблеме возникновения нежелательных отклонений передаваемого цифрового сигнала. Рассмотрены способы устранения этих отклонений. Исходя из анализа методов синхронизации, был сделан вывод о том, какая из схем синхронизации позволяет достичь минимальные искажения аналогового сигнала на выходе.

Ключевые слова: синхронизация, цифровая обработка, аудиоданные.

При передаче цифрового сигнала от источника сигнала к выносному блоку ЦАП требуется синхронизировать принимающее и передающее устройства таким образом, чтобы искажения сигнала были минимальны. Все

способы передачи тактового сигнала можно разделить на три группы [1]:

1. Централизованная синхронизация системы;
2. Распределенная синхронизация системы;

3. Асинхронное построение системы.

Централизованная система предполагает наличие единого задающего тактового генератора, который подает синхросигнал на все части схемы.

Распределенная синхронизация подразумевает, что тактовая частота, необходимая для работы конкретной части схемы, тем или иным образом выделяется из внешнего сигнала. Схема выделения тактового сигнала состоит как правило из генератора (ГУН), охваченного петлей ФАПЧ. В случае, когда тактовый сигнал регенерируется с помощью ГУН, параметры вновь синтезированного тактового сигнала определяются несколькими факторами — параметрами самого ГУН, полосой ФАПЧ, качеством опорного сигнала.

В случае асинхронного построения, тактовые частоты источника и приемника не равны, т. е. требуется высококачественное тактирование блока ЦАП.

Каждый из рассмотренных ниже принципов синхронизации является комбинацией трех перечисленных выше принципов.

Использование тактового сигнала, восстановленного из SPDIF потока

Источником тактирования является генератор, установленный в источнике цифрового сигнала. Величина джиттера, т. е. величина нежелательных фазовых случайных отклонений, передаваемого на выходе, будет зависеть от стабильности источника тактирования. В наилучшем случае это температурно-компенсированный кварцевый резонатор. В массовой продукции источник тактирования, как правило, выполнен на логическом элементе, являющемся частью СБИС [2].

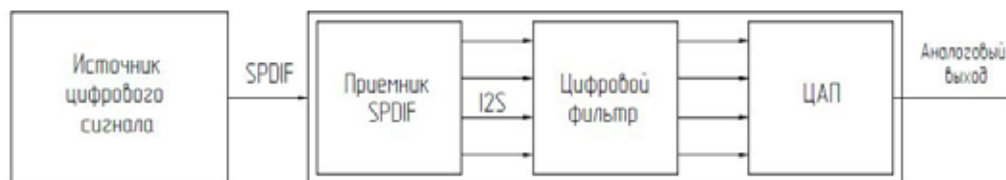


Рис. 1. Схема тактирования с использованием сигнала тактирования, восстановленного из SPDIF потока

Таким образом тактовый сигнал проходит следующие устройства:

1. Генератор тактового сигнала;
2. Передатчик формата SPDIF, в котором происходит формирование композитного цифрового сигнала (Манчестерский код) для передачи данных по однопроводной линии;
3. Линия передачи: оптическая, коаксиальная или витая пара;
4. Приемник SPDIF. На этом этапе тактовая сетка восстанавливается из принимаемого сигнала. Для восстановления тактового сигнала используется внутренний ГУН, охваченный петлей ФАПЧ. Однако при такой организации системы для захвата и синхронизации с одной из трех стандартных частот (32 кГц, 44.1 кГц, 48 кГц) дискретизации требуется большая ширина полосы ФАПЧ. Спектр восстановленного сигнала в полосе ФАП (около 20 кГц) полностью определяется спектром входного композитного сигнала, являющегося опорным для внутреннего генератора. В более дальней зоне, спектр восстановленного сигнала определяется собственным спектром ГУН;

5. В некоторых микросхемах приемников SPDIF используется узкополосная, около 1 кГц, ФАПЧ. Это позволяет подавить более высокочастотные фазовые отклонения композитного цифрового сигнала;

6. Необходимо заметить, что обеспечение более узкой полосы ФАПЧ ограничивается не только и не столько требованиями перестройки ГУН, сколько собственной нестабильностью локального генератора;

7. Цифровой фильтр передискретизации.

К достоинствам данного способа можно отнести простоту реализации. Подавляющее большинство источников ориентировано на этот подход. Недостатками является то, что каждый элемент в цепочке от тактового генератора до входа ЦАП добавляет фазовых искажений.

В качестве улучшения данного способа можно предложить передачу данных от источника к приемнику по интерфейсу I2S, одной из линий которого является линия тактирования. Таким образом все блоки системы будут тактироваться от одного источника и причины фазовых искажений будут устранены. Однако на рынке отсутствуют массовые устройства, имеющие интерфейс I2S.

Другим решением проблемы может послужить использование высококачественного ГУН, синхронизированного с частотой источника. Т. е. встроенный в микросхему приемника ГУН должен быть заменен на внешний высококачественный. Петля ФАПЧ, охватывающая ГУН, отслеживает только медленные изменения тактовой частоты. Однако, недостатком данного метода является то, что любой ГУН имеет отклонения больше чем температурно-стабилизированный кварцевый резонатор. Кроме того, реализация потенциала ГУН может быть достигнута только при соответствующем качестве элементов петли ФАПЧ и топологии печатной платы. Данный вариант предполагает работу только с одним источником цифровой информации (например, CD, 44.1 кГц), поскольку высококачественный ГУН имеет, как правило, узкий диапазон перестройки по частоте.

Использование буферизации входных данных в ОЗУ.

Вопрос с передачей данных между двумя асинхронными устройствами можно решить, применив буфер (ОЗУ), запись в который производится с частотой, определяемой источником, а считывание, обработка в ЦФ и

работа ЦАП — с частотой локального высокостабильного источника тактирования, например, температурно-стабилизированного кварцевого резонатора. Объем буфера определяется максимальной разностью частот дискретизации, разрядностью одного отсчета, и временем работы без переполнения.

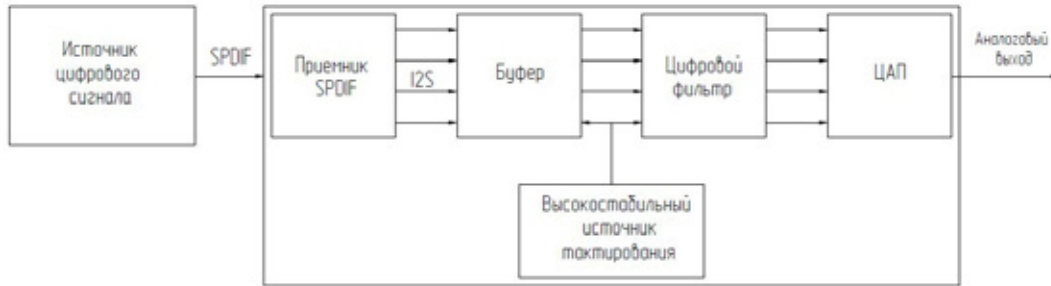


Рис. 2. Схема тактирования с использованием буферизации входных данных в ОЗУ

При формате данных 16 бит, максимальном отклонении частот 400 ppm, и временем непрерывной работы 80 мин, объем ОЗУ должен составлять приблизительно 700 килобайт. Иными словами, для реализации данного подхода необходимо наличие 700 килобайт ОЗУ и схемы управления процессом записи/считывания отсчетов. Несмотря на громоздкость, данный вариант также решает проблему возникновения джиттера.

Использование асинхронного преобразователя частоты.

Асинхронный преобразователь частоты дискретизации был разработан для применения в аппаратуре при передаче данных между двумя устройствами с различающимися частотами дискретизации (к примеру, при конвертации из формата 48 в 44.1 кГц). Внутреннее построение и алгоритм работы устройства достаточно сложны, но в первом приближении его можно рассматривать как сверхвысокочастотный интерполятор с последующей вторичной дискретизацией [3, 4].

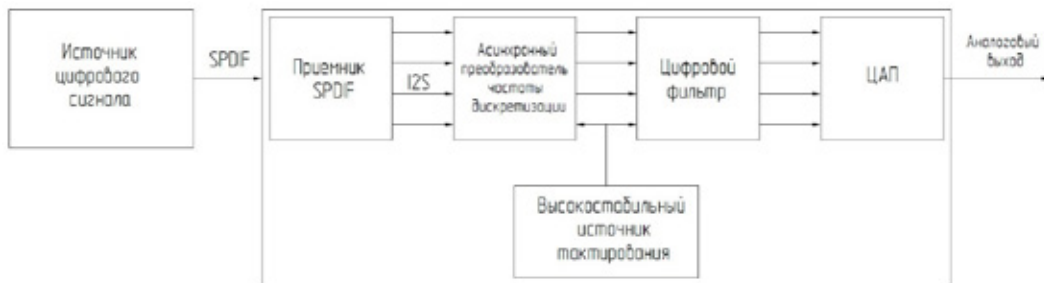


Рис. 3. Схема тактирования с использованием асинхронного преобразователя частоты

Данные записываются в преобразователь частоты с частотой, определяемой источником сигнала, а считываются с частотой, определяемой локальным тактовым генератором. При этом необходимо иметь в виду, что устройство производит цифровую обработку данных (интерполяцию), и значения отсчетов на выходе могут не соответствовать значениям отсчетов на входе. Данное устройство позволяет в значительной мере решить вопрос с синхронизацией источника цифрового сигнала и выносного блока ЦАП. Как положительное свойство данного подхода, можно указать на возможность использования данного преобразователя для повышения частоты дискретизации в 2...4 раза (up-sampling) вместо традиционного цифрового фильтра. Кроме того, достоинство данного метода построения заключается в возможности иметь только один

тактовый генератор (к примеру частотой 12,288 МГц) при приеме данных от разных цифровых источников информации (32, 44.1, 48, 96 ... кГц), в силу асинхронности работы устройства.

Использование асинхронного преобразователя частоты с тактированием источника от блока ЦАП

Если источник имеет возможность синхронизации от внешнего источника, то такая конфигурация также позволяет достичь низких величин джиттера на входе микросхемы ЦАП. Данные от источника к блоку ЦАП передаются по традиционному интерфейсу SPDIF, а сигнал синхронизации может подаваться либо по коаксиальной, либо по оптической линии связи.

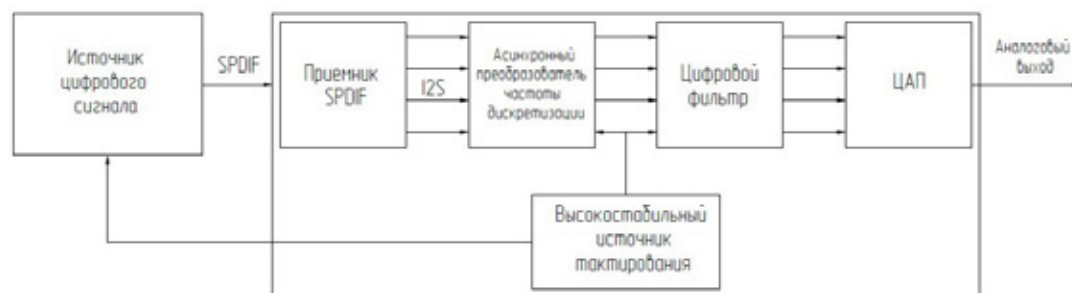


Рис. 4. Схема тактирования с использованием асинхронного преобразователя частоты с тактированием источника от блока ЦАП

Недостаток данного варианта состоит в том, что для работы с различными цифровыми источниками (32, 44.1, 48 кГц) необходимо либо иметь несколько отдельных генераторов, либо строить перестраиваемый генератор. В последнем случае, величина фазовых искажений может быть неудовлетворительной. Поэтому для использования с различными цифровыми источниками в схеме должны присутствовать несколько кварцевых резонаторов, рассчитанных на разную частоту тактирования [5, 6].

Заключение

Таким образом каждый из способов синхронизации имеет свои достоинства и недостатки. Простой в реали-

зации вариант использования тактирования, восстановленного из SPDIF потока, может обеспечить достаточно низкое значение джиттера при использовании качественных компонентов. Для достижения лучших результатов требуется использовать другой подход: ввести буферизацию входного SPDIF потока или построить схему по принципу централизованного тактирования. Можно сделать вывод о том, что в качестве синхронизирующего сигнала необходимо использовать наиболее стабильный из имеющихся в устройстве тактовых сигналов. Если же источник имеет вход для тактового сигнала, то наиболее оправдано использование централизованной системы тактирования.

Литература:

1. Семенцов, С.Г. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи в системах активного управления акустическими полями // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Приборостроение. 2008. № 4. с. 88–102.
2. Семенцов, С.Г., Власов А.И. Влияние конечной разрядности в системах цифровой обработки // Датчики и системы. 2009. № 6. с. 39–43.
3. Власов, А.И., Стешенко В.Б., Нестеров В.А., Мысловский Э.В. Методы цифровой обработки сигналов тактильных чувствительных элементов мембранного типа // Наука и образование: научное издание. 2012. № 5. с. 37.
4. Shakhnov, V.A., Vlasov A.I., Knyazev V.S. Hardware and software integrated system for processing signals for monitoring signals and analyzing the state of different level technical systems // Сб. док. 3-я международная конференция «Компьютерные методы и обратные задачи в неразрушающем контроле и диагностике». — Москва. 2002. с. 123.
5. Мысловский, Э.В., Власов А.И., Кузнецов А.С. Цифровые сигнальные процессоры с фиксированной точкой семейства ADSP21XX — Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2003. Том 2. 75 с.
6. Мысловский, Э.В., Власов А.И., Меньшов К.А. Цифровые сигнальные процессоры с плавающей точкой семейства ADSP2106X — Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2003. Том 3. 75 с.

Определение толщины защитных покрытий

Комбаров Дмитрий Александрович, магистрант
Тамбовский государственный технический университет

Представлены постановка и решение краевой задачи нестационарного теплопереноса применительно к двухслойной системе: полимерное покрытие — металлическое основание. Определены расчетные выражения для определения толщины покрытия. Разработаны метод теплового неразрушающего контроля и измерительная система, реализующая данный метод. Экспериментально получено подтверждение работоспособности метода.

Ключевые слова: *двухслойное изделие, защитное покрытие, измерительная система, краевая задача, математическая модель, металлическое основание, неразрушающий контроль, полимерное покрытие, тепловой метод, теплопроводность, толщина.*

Presented formulation and solution of the problem of unsteady heat transfer with respect to the two-layer system: polymeric coating — metal base. Defined calculation expressions to determine the thickness of the coating. We developed a method of thermal nondestructive testing and measuring system that implements this method. Experimentally obtained validation of the method.

Key words: *two-layer product, the protective coating, the measuring system, the boundary value problem, the mathematical model, metal base, nondestructive testing, polymer coating, thermal method, the thermal conductivity, thickness.*

Обозначения и аббревиатуры

T — температура, °C;

τ — время, с;

q — плотность теплового потока, Вт/м²;

ε — тепловая активность, Вт·с^{1/2}/(м² К);

h — линейный размер, м;

λ — теплопроводность, Вт/(м·К);

Fo — безразмерное время (число Фурье);

\tilde{x} — безразмерная координата;

Θ — температура в безразмерном представлении;

b_0, b_1 — параметры модели;

x, y, r — координаты, м;

R — радиус нагревателя, м;

B — константа прибора;

δ — относительная погрешность, %.

НК — неразрушающий контроль;

ТФС — теплофизические свойства;

ИС — измерительная система;

ИЗ — измерительный зонд;

ТП — термоэлектрический преобразователь;

БП — блок питания;

Н — нагреватель;

ПТФЭ — политетрафторэтилен.

Индексы

1 — первый слой;

2 — второй слой;

о — образцовая мера.

Для расчета многослойных композиционных материалов с заданными свойствами наилучшим образом подходят аналитические решения, так как они в явном виде содержат основные физические свойства среды. Получение решений задач теплопроводности для многослойных тел с помощью точных аналитических методов представляет большие математические трудности, так как появляется необходимость решения многопараметрических трансцендентных уравнений [1].

В последнее время все большее применение в теории теплообмена получают приближенные аналитические методы, а также совместное использование точных (Фурье, интегральных преобразований и др.) и приближенных (вариационных, взвешенных невязок, наименьших квадратов, коллокаций и др.) аналитических методов. Приближенные аналитические методы менее универсальны и более сложны, чем численные. Однако они обладают тем определенным преимуществом, что позволяют получать решения, хотя и приближенные, но в аналитической форме. Вследствие максимальной простоты этих решений они наиболее приспособлены для использования их в инженерной практике [2].

В данной работе применён подход, основанный на применении регулярных режимов, с целью получения аналитического решения для реализации неразрушающего метода определения толщины защитных покрытий на металлических основаниях [2–5].

В методе неразрушающего теплового контроля изделий использован круглый плоский источник тепла, расположенный на поверхности полуограниченного в тепловом отношении объекта [6–8]. Учтено, что регулярные тепловые режимы первого и второго рода имеют общее свойство, характеризующееся независимостью от времени отношения теплового потока в любой точке тела к потоку тепла на его поверхности. Данное свойство доказано Лыковым А. В. [6]. Математическая модель, описывающая термограмму, в данном случае чаще всего является линейной по параметрам или легко линеаризуется. Однако основная часть этих методов базируется на моделях для тех конечных размеров. Применительно же к методам НК следует говорить не о регулярном тепловом режиме для всего тела (так как оно принимается неограниченным), а о регуляризации теплового процесса только для определенной (локальной) области тела. Можно проводить термический анализ, основываясь только на участке термограммы, соответствующем регуляризации теплового режима в области нагревателя и термоприёмника.

Теоретическое обоснование метода представлено в работах [6–8].

Ограниченный стержень (неограниченная пластина) толщиной h_1 приведен в соприкосновение с полуограниченным стержнем, имеющим другие термические коэффициенты. Боковые поверхности стержней имеют тепловую изоляцию. В начальный момент времени на свободном конце стержня (пластины) начинает действовать источник тепла постоянной мощности q , который действует на протяжении всего процесса нагрева.

Требуется найти распределение температуры по длине стержней (по глубине пластины и тела) в любой момент времени [7].

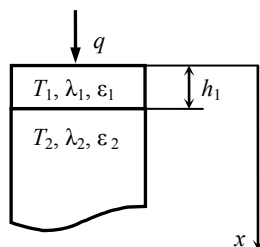


Рис. 1. Система, состоящая из ограниченного и полуограниченного тел

$$\frac{\partial T_1(x, \tau)}{\partial \tau} = a_1 \frac{\partial^2 T_1(x, \tau)}{\partial x^2}, \tau > 0, 0 < x < h_1; \tag{1}$$

$$\frac{\partial T_2(x, \tau)}{\partial \tau} = a_2 \frac{\partial^2 T_2(x, \tau)}{\partial x^2}, \tau > 0, h_1 < x < \infty; \tag{2}$$

$$T_1(x, 0) = T_2(x, 0) = 0; \tag{3}$$

$$T_1(h_1, \tau) = T_2(h_1, \tau); \tag{4}$$

$$\lambda_1 \frac{\partial T_1(h_1, \tau)}{\partial x} = \lambda_2 \frac{\partial T_2(h_1, \tau)}{\partial x}; \tag{5}$$

$$-\lambda_1 \frac{\partial T_1(0, \tau)}{\partial x} = q; \tag{6}$$

$$T_2(\infty, \tau) = 0. \tag{7}$$

$$T_1(x, \tau) = \frac{q}{\epsilon_1} \left(2\sqrt{\tau} \operatorname{ierfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{\tau a_1}} \right) + 2\sqrt{\tau} \sum_{n=1}^{\infty} (h^*)^n \left(\operatorname{ierfc} \left(\frac{(2nh_1 - x)}{2\sqrt{\tau a_1}} \right) + \operatorname{ierfc} \left(\frac{(2nh_1 + x)}{2\sqrt{\tau a_1}} \right) \right) \right);$$

$$T_2(x, \tau) = \frac{4q\sqrt{\tau}}{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)} \sum_{n=1}^{\infty} (h^*)^{n-1} \operatorname{ierfc} \left(\frac{\left((x - h_1) \sqrt{\frac{a_1}{a_2}} + (2n - 1)h_1 \right)}{2\sqrt{\tau a_1}} \right) \tag{8,9}$$

Введем следующие обозначения:

$$Fo = \frac{a_1 \tau}{(h_1)^2}, \quad \tilde{x} = \frac{x}{h_1}, \quad K_\lambda = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}, \quad K_a = \frac{a_1}{a_2}, \quad \Theta_1 = \frac{T_1 \lambda_1}{qh_1}, \quad \Theta_2 = \frac{T_2 \lambda_1}{qh_1},$$

Выражения (8) и (9) в безразмерном виде:

$$\Theta_1(\tilde{x}, Fo) = 2\sqrt{Fo} \operatorname{ierfc} \left(\frac{\tilde{x}}{2\sqrt{Fo}} \right) + 2\sqrt{Fo} \sum_{n=1}^{\infty} (h^*)^n \left(\operatorname{ierfc} \left(\frac{(2n - \tilde{x})}{2\sqrt{Fo}} \right) + \operatorname{ierfc} \left(\frac{(2n + \tilde{x})}{2\sqrt{Fo}} \right) \right),$$

$$\Theta_2(\tilde{x}, Fo) = \frac{4\sqrt{Fo} K_\varepsilon}{(1 + K_\varepsilon)} \sum_{n=1}^{\infty} (h^*)^{n-1} \operatorname{ierfc} \left(\frac{(\tilde{x} - 1) \sqrt{K_a} + (2n - 1)}{2\sqrt{Fo}} \right). \tag{10,11}$$

Ряды в решениях (8), (9) и (10), (11) хорошо сходятся при малых значениях времени (Фурье).

При $\tilde{x} = 0$ формула (10) имеет вид:

$$\Theta_1(0, Fo) = 2\sqrt{Fo} \left(\frac{1}{\sqrt{\pi}} + \left(\sum_{n=1}^{\infty} \left(2(h^*)^n \operatorname{ierfc} \left(\frac{n}{\sqrt{Fo}} \right) \right) \right) \right). \tag{12}$$

При больших Fo выражение (12) имеет вид:

$$\Theta_1'(0, Fo) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \left(1 - \frac{2h^*}{h^* - 1} \right) \sqrt{Fo} - \frac{4h^*}{(h^* - 1)^2}. \tag{13}$$

После ряда преобразований и упрощений при больших τ [7]:

$$T_1(0, \tau) = \frac{2q}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{\sqrt{\tau}}{\varepsilon_2} + \left(1 - \frac{\varepsilon_1^2}{\varepsilon_2^2} \right) \frac{qh_1}{\lambda_1}. \tag{14}$$

Выражение (14) представляет собой линейную зависимость вида:

$$T_1(0, \tau) = b_1 \sqrt{\tau} + b_0, \tag{15}$$

где $b_1 = \frac{2q}{\sqrt{\pi \varepsilon_2}}. \tag{16}$

Решение (14), представляющее собой линейную зависимость (15), может быть применено при регуляризации теплового процесса в локальной области тела, расположенной вблизи нагревателя и термоприёмника.

Полученное решение (14) в форме, пригодной для использования на рабочем участке термограммы (при регуляризации теплового потока), было использовано для получения математических выражений для расчета толщины низко-теплопроводных покрытий на металлических основаниях.

Так как первый слой объекта (рис. 1) низкотеплопроводный, а второй — высокотеплопроводный, т. е. $\lambda_1 \ll \lambda_2$, тогда $\varepsilon_1 \ll \varepsilon_2$. Следовательно,

$$b_0 = \left(1 - \frac{\varepsilon_1^2}{\varepsilon_2^2} \right) \cdot \frac{q \cdot h_1}{\lambda_1} \approx \frac{q \cdot h_1}{\lambda_1}. \tag{17}$$

Из выражения (17) следует, что $h_1 = \frac{\lambda_1 \cdot b_0}{q}. \tag{18}$

Из выражения (18) можно определить толщину первого слоя объекта h_1 .

Измерительная схема метода представлена на рис. 2.

Тепловое воздействие на исследуемое тело с равномерным начальным температурным распределением осуществляется с помощью нагревателя постоянной мощности, выполненного в виде диска радиусом R , встроенного в подложку ИЗ. Подложка измерительного зонда изготовлена из теплоизолятора — пенополиуретана марки «Рипор». Температура в точке контроля измеряется с помощью термоэлектрического преобразователя (ТП).

Основным расчетным соотношением является выражение (18), согласно которому для определения толщины h_1 необходимо знать ряд величин, определяемых режимными и конструктивными особенностями применяемого ИЗ.

Для этого определяется постоянная прибора с помощью проведения градуировочных экспериментов на образце с известным значением λ_{10} и размерной характеристикой h_{10} .

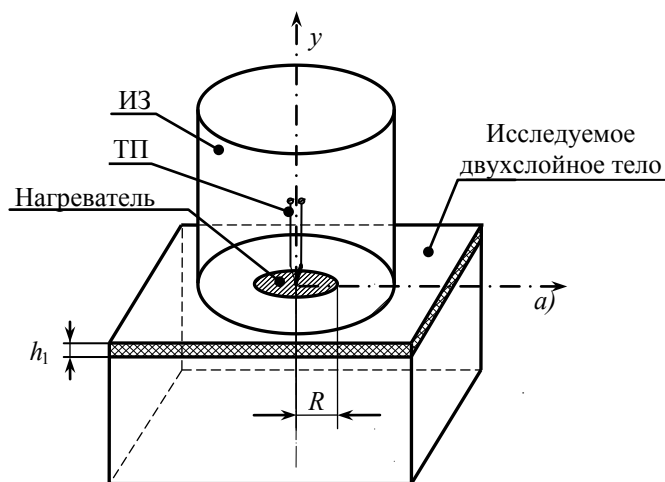


Рис. 2. Измерительная схема метода

Выражения для вычисления постоянной прибора, значения h_1 , при известной величине h_{10} имеют вид:

$$B = \frac{b_{00}}{h_{10}}; h_1 = \frac{b_0}{B}. \quad (19, 20)$$

Основные операции по определению h_1 .

1. Градуировка прибора: снятие термограммы на образце с известным значением λ_{10} и величиной h_{10} ; определение рабочего участка термограммы; расчет по этому участку коэффициента b_{00} ; расчет постоянной прибора B .

2. Определение толщины h_1 покрытия исследуемого материала: снятие термограммы на исследуемом изделии; определение рабочего участка термограммы; расчет коэффициента b_0 ; расчет толщины h_1 покрытия по формуле (20).

Экспериментальные исследования. Структурная схема ИС, реализующей метод НК толщины покрытий в двухслойных полимерно-металлических изделиях, представлена на рис. 3.

Данная ИС предназначена для определения теплофизических свойств твердых материалов с повышенной точностью [9–11], для реализации метода неразрушающего определения температурных характеристик структурных переходов в полимерах [12–14] и может быть применена для определения толщины защитных покрытий на металлических основаниях.

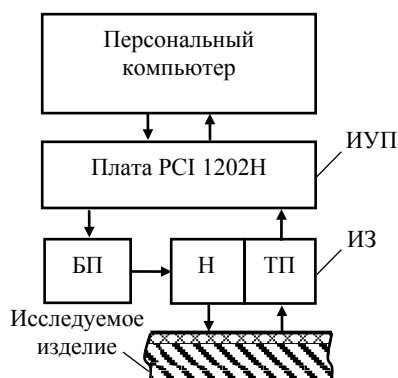


Рис. 3. Структурная схема ИС

ИС состоит из персонального компьютера, измерительно-управляющей платы, измерительного зонда, регулируемого блока питания. Зонд обеспечивает создание теплового воздействия на исследуемый образец с помощью нагревателя, температура в заданной точке контроля фиксируется термоэлектрическим преобразователем. Сбор информации производится при нагреве исследуемого тела.

Для экспериментальной проверки работоспособности разработанного метода и ИС определяли толщину покрытия из ПТФЭ на стальной пластине.

Испытаниям подвергали изделия с различными толщинами покрытий: $h_{1и} = 0,95$ мм (серия экспериментов № 1) и $h_{1и} = 1,25$ мм (серия экспериментов № 2). Для градуировки в качестве образцовой меры использовано изделие с толщиной покрытия из ПТФЭ $h_{1о} = 0,8$ мм.

Теплопроводность материала покрытия — $0,27$ Вт/(м·К); мощность теплового воздействия на нагревателе — 17860 Вт/м²; временной шаг измерения температуры — $0,25$ с; радиус нагревателя — $0,0008$ м; радиус измерительного зонда — $0,05$ м; материал подложки ИЗ — рипор.

На рис. 4а представлена термограмма, зарегистрированная ТП при проведении градуировочного эксперимента (опыт № 1, табл. 1). Здесь T_1 — избыточная температура в точке контроля. На рис.4б показана зависимость $T = f(\sqrt{\tau})$, по которой выделен рабочий участок термограммы.

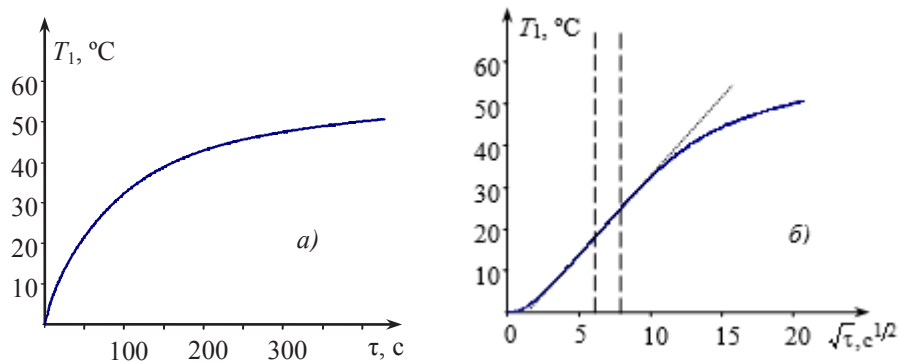


Рис. 4. Термограмма (а) и зависимость $T_1 = f(\sqrt{\tau})$ (б)

Для определения постоянной прибора B проведены пять градуировочных опытов, по результатам которых определено среднее значение B .

Таблица 1. Результаты градуировочного эксперимента

№ опыта	b_{0o}	B
1	-6,388	-7985
2	-6,382	-7978
3	-6,468	-8085
4	-6,272	-7840
5	-6,332	-7915
Среднее значение		-7961

На рис. 5 представлены термограмма, зарегистрированная ТП при проведении опыта № 1 (табл. 2), и зависимость $T = f(\sqrt{\tau})$, на которой выделен рабочий участок термограммы.

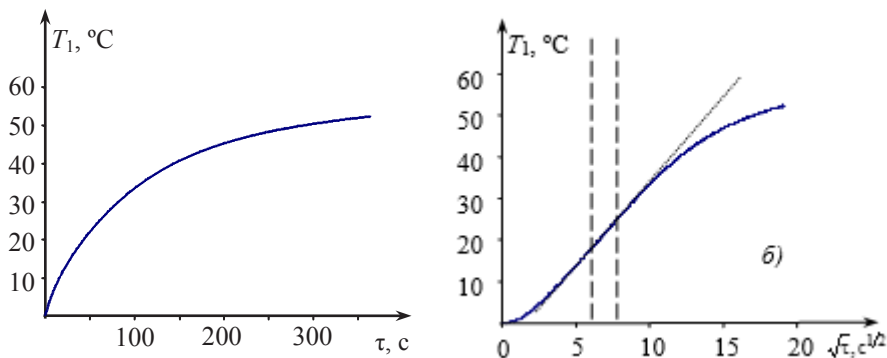


Рис. 5. Опыт № 1. Термограмма (а) и зависимость $T = f(\sqrt{\tau})$ (б).

В табл. 2 приведены результаты серий экспериментов № 1 и № 2.

Здесь: $h_{1и}$ — значение толщины покрытия, измеренное с помощью электронного штангенциркуля.

Таблица 2. Результаты экспериментов на изделии с покрытием из ПТФЭ

№ опыта		$h_{1и}$, мм	b_0	h_1 , мм	$\delta = \left \frac{h_{1и} - h_1}{h_{1и}} \right $, %
Серия № 1	1	0,95	-7,39	0,924	2,7
	2	0,95	-7,45	0,936	1,4
	3	0,95	-7,63	0,958	0,8
	4	0,95	-7,31	0,919	3,3
	5	0,95	-7,60	0,955	0,5
Серия № 2	6	1,25	-9,68	1,21	2,8
	7	1,25	-9,34	1,18	5,7
	8	1,25	-10,43	1,31	4,8
	9	1,25	-9,86	1,24	1,0
	10	1,25	-9,41	1,18	5,4

Реализация математической модели и результаты экспериментов подтверждают работоспособность метода и ИС НК толщины полимерных, керамических и других низкотеплопроводных неметаллических покрытий на изделиях из металлов.

Литература:

1. Кудинов, В. А. Аналитические решения задач теплопереноса и термоупругости для многослойных конструкций: Учеб. пособие для вузов / Кудинов В. А., Карташов Э. М., Калашников В. В. — М.: Высшая школа. — 2005. — 430 с.
2. Теплофизические измерения и приборы / Е. С. Платунов, С. Е. Буравой, В. В. Курепин, Г. С. Петров; под общ. ред. Е. С. Платунова. — Л.: Машиностроение. — 1986. — 256 с.
3. Zhukov, N. P., Mainikova N. F. Multimodel method of nondestructive determination of the thermophysical properties of solid materials // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. Volume 76, Number 6 (2005). — P. 1104–1112.
4. Zhukov, N. P., Mainikova N. F., Rogov I. V., Pudovkina E. V. Modeling of the process of heat transfer from a plane heat source of constant strength in thermophysical measurements // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. Volume 85, Number 1 (2012). — P. 203–209.
5. Определение условий адекватности модели распределения тепла в плоском полупространстве реальному процессу при теплофизическом контроле / Майникова Н. Ф., Жуков Н. П., Балашов А. А., Никулин С. С. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2006. — Т. 12. № 3–1. — с. 610–616.
6. Лыков, А. В. Теория теплопроводности / А. В. Лыков. — М.: Высшая школа. — 1967. — 599 с.
7. Теоретическое обоснование теплового метода неразрушающего контроля двухслойных изделий / И. В. Рогов, Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова, Н. В. Лунева // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. — 2009. — № 9 (23) — с. 93–99.
8. Моделирование теплопереноса в методе неразрушающего контроля двухслойных материалов / Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова, И. В. Рогов, А. О. Антонов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2013. — Т. 19. № 3. — с. 506–511.
9. Жуков, Н. П. Измерительно-вычислительная система неразрушающего контроля теплофизических свойств / Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова // Приборы и техника эксперимента. — 2005, № 4. — с. 164–166.
10. Мищенко, С. В. Информационно-измерительная система неразрушающего теплового контроля / С. В. Мищенко, Н. Ф. Майникова // Приборы. — 2009, № 4. — с. 20–24.
11. Estimation of systematic errors of the multimodel method for nondestructive determination of the termophysical properties of solid materials / N. P. Zhukov, N. F. Mainikova, I. V. Rogov, A. O. Antonov // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. Vol. 87, No. 4. — 2014. — P. 880–885.
12. Evaluation of random errors of the multimodel method for nondestructive determination of the termophysical properties of solid materials / N. P. Zhukov, N. F. Mainikova, I. V. Rogov, A. O. Antonov // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. Vol. 87, No. 6, 2014. — P. 1398–1403. DOI 10.1007/s10891–014–1143–9.
13. Майникова, Н. Ф. Измерительная система и метод неразрушающего контроля структурных превращений в полимерных материалах/ Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. — № 1. — С 56–61.

14. Майникова, Н. Ф. Измерительная система неразрушающего контроля структурных превращений в полимерных материалах / Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. — № 9. — С 45—48.

Зависимость несущей способности свайных фундаментов от фильтрационной консолидации

Коровкин Владимир Сергеевич, доктор технических наук, профессор;
Ямкова Екатерина Васильевна, студент;
Мацукатов Дмитрий Гурамович, студент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В статье рассматривается влияние фильтрационной консолидации на допустимую нагрузку и несущую способность свайных фундаментов в водонасыщенных глинистых грунтах в строительный период.

Ключевые слова: свайные фундаменты, водонасыщенные грунты, степень консолидации.

Поведению свайных фундаментов в водонасыщенных глинистых грунтах в СП-24—133302011 (Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНИП 2.02.-03—85) не уделяется должного внимания.

При погружении свай в водонасыщенный глинистый грунт под действием динамического воздействия происходит вытеснение грунта в сторону и уплотнение в торцевой части. Пористость грунта уменьшается, а находящаяся в порах вода испытывает повышенное поровое давление, уменьшая силы трения грунта, взвешивающе воздействуя на скелет грунта. При этом в результате нарушения структурных связей в скелете грунта происходит его размягчение и даже разжижение. Известно, что начальная несущая способность свай ориентировочно меньше стабилизированной в супесях в 1,1—1,2, в суглинках 1,3—1,5, а в глинах в зависимости от влажности 1,7—6 раз.

Первый этап работы свайного фундамента включает погружение и «отдых свай». После погружения свайного основания поровое давление постепенно рассеивается до гидростатического, обычно за период времени 4—6 недель, а давление на скелет грунта возрастает, за счет увеличения сил трения. Происходит восстановление природного напряженно-деформированного состояния грунтового массива с внедренными сваями, на которые действует давление уплотненного грунта.

Второй этап нагружения свайного фундамента внешней нагрузкой. При этом свайный фундамент работает как условный уплотненный массив грунта, воздействуя на область грунта ниже острия свай. В этом случае уплотненная область свайного массива грунта под действием внешней нагрузки увеличивает поровое давление более глубоких слоев грунта, причем срок его рассеивания может достигать несколько лет, вызывая осадку фундамента сооружения во времени.

Расчет свайных фундаментов, взаимодействующих с водонасыщенным грунтом, в строгой постановке относится к числу смешанных упругопластических задач двухфазной сплошной среды, решаемых численным методом в программных комплексах Plaxis, ЛИРА и др. Ввиду сложности задачи, наряду со строгими решениями существуют инженерные. Ниже предлагается инженерный вариант такого решения.

При современных темпах строительства зданий и сооружений на свайных фундаментах необходимо знать несущую способность такого фундамента в любой промежуток времени после забивки, чтобы учитывая явление «засасывание» не перегрузить фундамент.

Несущая способность свайного фундамента в виде условного грунтового массива шириной B и протяженностью L в процессе фильтрационной консолидации со дня забивки аналогична [1]:

$$N_{\sigma}(t) = 0,5 \cdot K_{\sigma\phi} \cdot \alpha \cdot b \left[q_{\text{пр}} + q_{\text{л,пр}} + 0,5\gamma \cdot \frac{b}{\text{tg}(45^{\circ} - 0,5\phi)} \right] \cdot \lambda_{\sigma}(t_{\phi}) - qF, \quad (1)$$

где $K_{\sigma\phi} = 1,45$ — обобщенный коэффициент учитывающий расчетную схему; B, L — ширина и длина поперечного размера фундамента; $q_{\text{пр}}, q_{\text{л,пр}} = c/\text{tg}\phi$ — нагрузка на уровне низа фундамента и нагрузка от сил сцепления; $\lambda_{\sigma}(t) = \lambda_{\text{п\alpha}}(t)/\lambda_{\text{а\alpha}}(t)$ — предельное значение безразмерной функции вертикального давления ($\lambda_{\text{п\alpha}}, \lambda_{\text{а\alpha}}$) — коэффициенты пассивного и активного давления условной грунтовой стенки клина выпирания, наклоненного к вертикали под углом $\alpha=45^{\circ}-0,5\phi$ к вертикали); q — интенсивность нагрузки от грунтового массива, F — площадь грунтового массива.

Несущая способность сил трения по боковой поверхности условного грунтового массива в процессе фильтрационной консолидации равна:

$$N_r(t_\phi) = E_6(t_\phi)tg\varphi, \quad (2)$$

где E_6 — равнодействующая бокового давления на боковую часть свайного основания шириной 1мм.

Таким образом несущая способность свайного фундамента на водонасыщенных глинистых грунтах с учетом фильтрационной консолидации имеет вид:

$$N(t) = N_\sigma(t) + N_r(t), \quad (3)$$

Величина $\lambda_E(t) = \lambda_{на}(t)/\lambda_{за}(t)$ зависит от коэффициента Q (степени) консолидации (уплотнения) определяемого из фильтрационной теории:

Кривая безмерного деформирования, зависящая от времени рассеивания порового давления имеет вид:

$$\lambda_E(t_\phi) = \lambda_E \left(\frac{t_\phi}{t_{\phi,ст}} \right)^m, \quad (4)$$

где $t_\phi, t_{\phi,ст}$ — переменное и стабилизированное время фильтрации;

m — показатель степени $0 \leq m \leq 1$.

Примем период времени рассеивания порового давления свайного фундамента в процессе забивки в глинистых грунтах с показателем текучести $I_l 0,25-0,75$ составляет порядка 6 недель [2].

Зависимость несущей способности свайного фундамента во времени со дня забивки, связанная с величинами Q и $\lambda_E(t_\phi)$ приведена на рис 1.

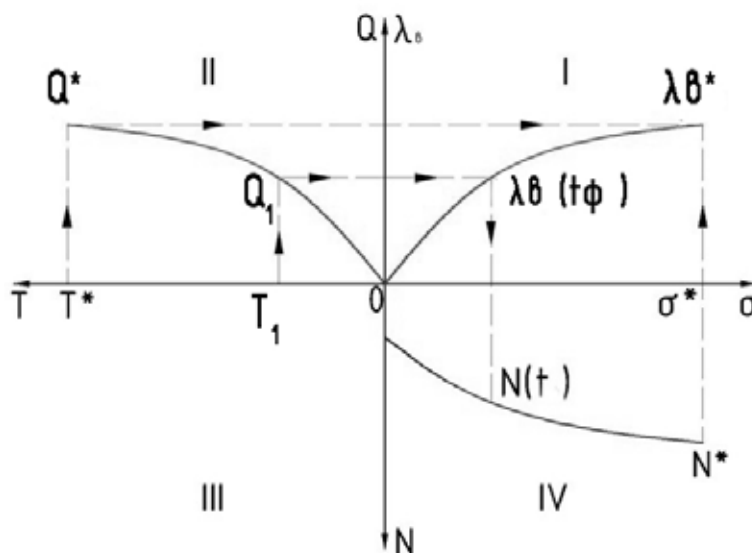


Рис. 1. Влияние коэффициента консолидации на величину безразмерной функции давления, значение которой ограничивают допускаемую нагрузку со дня забивки свайного фундамента

К примеру, при величине Q_1 несущая способность грунта в данной контактной точке на относительный момент времени T_1 ограничена до величины определяемой горизонтально к кривой $\lambda_E(t)$, (рис. 1).

По решению теории фильтрационной консолидации периоду времени $T_i = t_\phi/t_{\phi,ст}$ соответствует коэффициент консолидации Q_i , приведенный во втором квадранте. Значению Q_i будет соответствовать свое предельное значение несущей способности грунта для данного периода времени в виде коэффициента вертикального давления $\lambda_E(t_\phi)$ на безразмерной кривой в первом квадранте. Опустив из значения $\lambda_E(t_\phi)$ вертикаль в четвертый квадрант определим величину допускаемой нагрузки от сооружения на период времени T_i .

Дальнейшее увеличение периода времени приведет к повышению значения Q_i , что в свою очередь способствует смещению точки на относительной кривой $\lambda_E(t_\phi)$ вправо. По графику на рис. 1 в первом квадранте, видно что в начальный период времени несущая способность свайного фундамента минимальна.

Выводы:

Приведено уравнение несущей способности свайного фундамента в виде условного грунтового массива, зависящее от времени рассеивания порового давления в глинистом водонасыщенном грунте основания.

Показано влияние коэффициента консолидации на величину безразмерной функции давления, которая определяет несущую способность свайного фундамента во времени.

Литература:

1. Коровкин, В. С. Расчет бетонных камер судоходных шлюзов. СПб: СПбГПУ, 2010. 64 с
2. А. А. Бартоломей и др. Прогноз осадок свайных фундаментов. Стройиздат. Москва, 1994, 380с

Применение мультифрактального анализа для количественного описания свойств поверхности пористого кремния

Крамор Надежда Романовна, аспирант;
Чипчев Кирилл Юрьевич, магистрант

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)

В настоящее время концепция фракталов широко применяется для характеристики пористых материалов как с иерархической структурой [1], так и с сетчатой [2,3]. Такие материалы используются для сенсорики [4], а также для водородной энергетики, катализа. Оценка фрактальных размерностей может осуществляться с использованием методов АСМ [5,6,7]. Конкретные примеры использования данных АСМ методами триангуляции, подсчета кубов, спектроскопии мощности рассмотрены в работах [8–13].

В настоящее время особое внимание уделяется поискам зависимости между фрактальностью поверхности и фотокаталитическими, фотолюминисцентными свойствами, биологической активностью поверхности. Многие физические вопросы остаются слабо изученными [14–21], сложность интерпретации обусловлена обнаружением фактов, когда поверхности с близкими значениями размерности Хаусдорфа — Безиковича обладают заметно различными свойствами. Это свидетельствует о том, что фрактальная параметризация на основе одной лишь величины фрактальной размерности не может количественно выразить неоднородность структуры, и упрощенный фрактальный анализ необходимо усилить использованием мультифрактальных приближений.

Мультифрактал — неоднородный фрактальный объект, для полного описания которого недостаточно введения одной фрактальной размерности D_0 , а необходим целый спектр таких размерностей — обобщенных размерностей Реньи D_q [22]. Также используются эффективные количественные характеристики упорядоченности структуры Δ (отражает степень упорядоченности и нарушения симметрии в целом) и спектры сингулярностей $f(\cdot)$ (отражает степень упорядоченности и устойчивости структуры покрытия).

В данной работе исследуется возможность применения мультифрактального аппарата для количественного описания поверхностей структур пористого кремния с осажденным оксидом алюминия.

Покрытие монослоями Al_2O_3 представляет интерес для разработки различных приборов нового поколения, в частности мемристоров. Поэтому представляется актуальной задача рассмотреть влияние технологии ALD на пластины пористого кремния, а также разработать методику получения количественных характеристик морфологии поверхности и распределения свойств. В качестве такой методики был выбран мультифрактальный анализ.

Экспериментальная часть

В данной работе слои пористого кремния были получены методом электрохимического травления монокристаллических пластин кремния марок КДБ-12 (100) и КЭФ-4,5 (100) в электролите на основе водного раствора плавиковой кислоты с добавлением изопропанола. Технологические условия указаны в таблице 1. На эти же образцы методом ALD был осажден Al_2O_3 (рис. 1 б, г), технология описана в статье [25].

Морфология поверхности образцов изучалась методами атомно-силовой микроскопии (АСМ). Измерения проводились в полуконтактном режиме, использовалась зондовая нанолаборатория Ntegra Terra (NT-MDT).

Для обработки данных АСМ были привлечены методы мультифрактального анализа (МФА), использовалась программа «MFRDgom», разработанная В. Г. Встовским, предназначенная для анализа поверхностных свойств материалов. Программа MFRDgom позволяет рассчитать МФА параметры плоского сечения, которое располагается вблизи поверхности [23, 24].

Таблица 1

№ образца	Марка кремния	Покрытие монослоями Al_2O_3	Плотность тока анодирования	Время анодирования
1	КДБ-12 (100)	нет	$j_a = 20 \text{ мА/см}^3$	15 мин
2	КДБ-12 (100)	да	$j_a = 20 \text{ мА/см}^3$	15 мин
3	КЭФ-4,5 (100)	нет	$j_a = 20 \text{ мА/см}^3$	15 мин
4	КЭФ-4,5 (100)	да	$j_a = 20 \text{ мА/см}^3$	15 мин

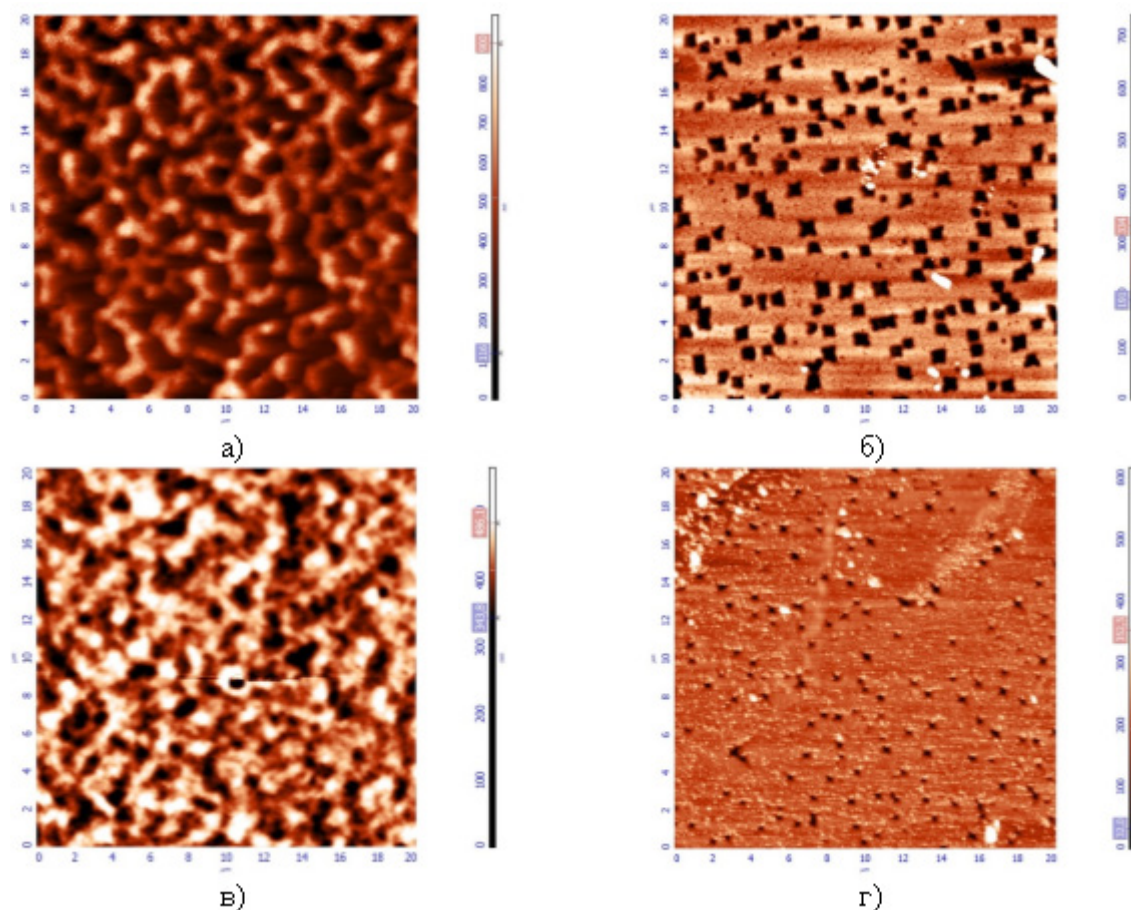


Рис. 1. Исследуемые образцы: а) образец № 1, б) образец № 3, в) образец № 2, г) образец № 4

В качестве наиболее информативных МФ параметров, описывающих структуру поверхности пористого кремния были выбраны:

- размерность Хаусдорфа-Безиковича D_0 ,
- информационная размерность D_1 ,
- корреляционная размерность D_2 ,
- параметр упорядоченности $\Delta_{q \rightarrow \infty} = D_1 - D_{q \rightarrow \infty}$ (степень нарушения фрактальной симметрии).

В расчетах МФ параметров в данной работе было выбрано значение $q=40$. Этот диапазон величин задаваемого параметра являлся достаточным для получения основных данных о МФ спектре при незначительных затратах вычислительного времени на получение конечных расчетных результатов. В процессе проведения вычислений в программном пакете варьировались параметры:

- уровень высоты, на которой будет выполнено плоское сечение рельефа вблизи поверхности (от 1 до 100 %);
- режим работы метода огрубления разбиений (процент обрабатываемого изображения, от 1 до 100 %).

Были сделаны выводы об оптимальных значениях данных параметров для исследования образцов пористого кремния в зависимости от их морфологии. Полученная информация позволила оптимизировать работу с программой «MFRDrom», уменьшить время, необходимое для получения достоверной информации о мультифрактальных характеристиках поверхности наноматериала.

На рис. 2 представлена зависимость чисел Реньи D_q от параметра степенного разложения q и зависимость плотности вероятности обнаружения в системе фракталов с заданной размерностью α (спектр фрактальных размерно-

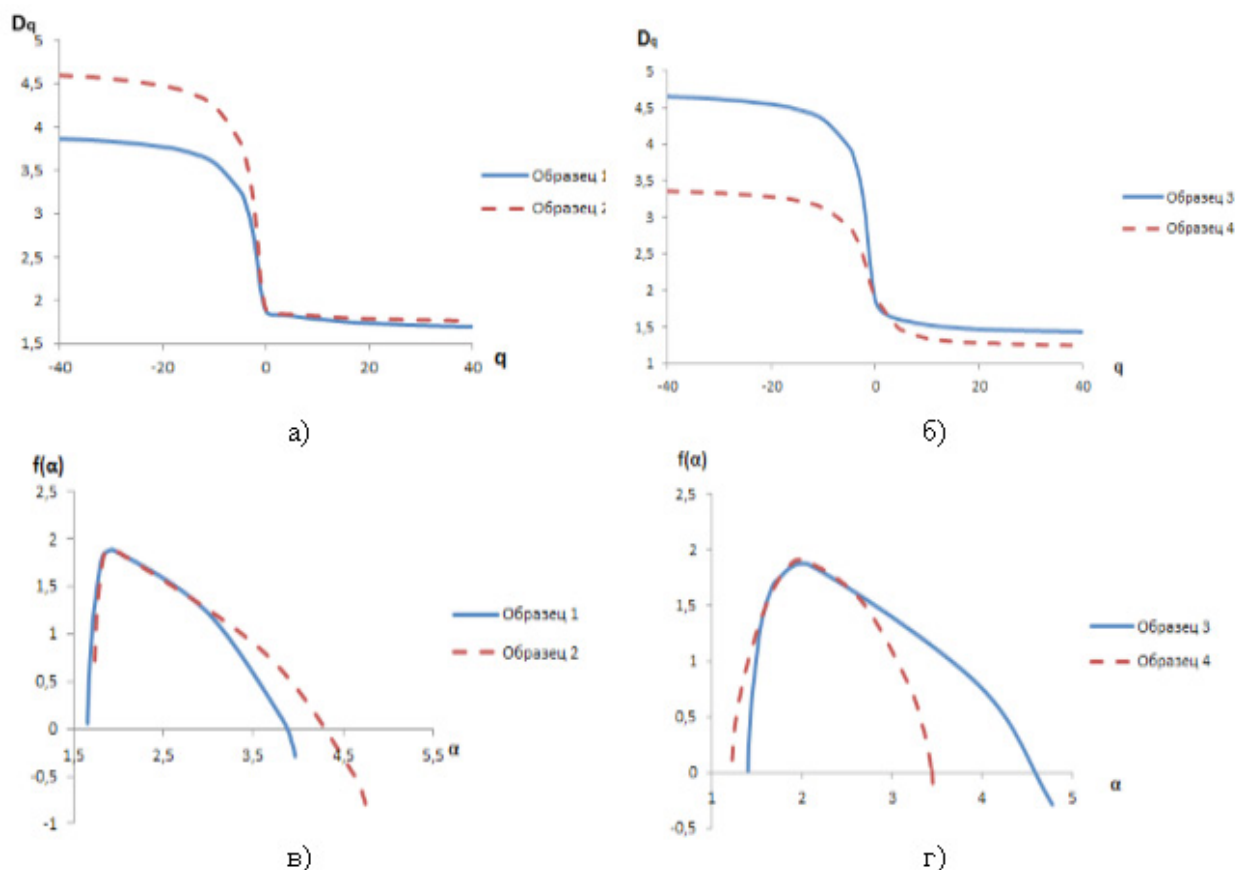


Рис. 2. а, б) зависимость чисел Реньи D_q от параметра степенного разложения q , в, г) функции плотности вероятности для фрактальных размерностей $f(\alpha)$

стей $f(\alpha)$). Все представленные зависимости соответствуют своим каноническим формам. Это означает, что последовательность чисел Реньи является убывающей, а функция $f(\alpha)$ имеет характерный максимум.

Как видно из рис. 2 при осаждении монослоев оксида

алюминия размерность Хаусдорфа-Безиковича почти не меняется, но значительно меняются значения фрактальной размерности при изменении параметра q . Мультифрактальный анализ позволяет более четко отслеживать различия свойств поверхности.

Литература:

1. Грачева, И. Е., Мошников В. А. Наноматериалы с иерархической структурой пор: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. 107 с.
2. Максимов, А. И., и др. Основы золь-гель-технологии нанокompозитов: Монография. СПб.: Изд-во Элмор, 2007. 255 с.
3. Мошников, В. А., и др. Золь-гель технология микро- и нанокompозитов: Учеб. пособие. СПб: Изд-во Лань, 2013. 289 с.
4. Зятьков, И. И., Максимов А. И., Мошников В. А. Сенсоры на основе полевых транзисторов: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2002. 56 с.
5. Мошников, В. А., Федотов А. А., Румянцева А. И. Методы сканирующей зондовой микроскопии в микро- и наноэлектронике: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2003. 83 с.
6. Мошников, В. А., Спивак Ю. М. Атомно-силовая микроскопия для нанотехнологии и диагностики: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2009. 80 с.
7. Бестаев, М. В., и др. Атомно-силовая микроскопия слоев диоксида олова для газовых сенсоров//Известия Российской академии наук. 1998. Т. 62. № 3. с. 549–551
8. Ponomareva, A. A., et al. Effect of thermal annealing on the surface of sol-gel prepared oxide film studied by atomic force microscopy and raman spectroscopy//Физика и химия стекла. 2014. Т. 40. № 1. с. 127–134.
9. Ponomareva, A. A., et al. Evaluation of the fractal dimension of sol-gel deposited oxide films by means of the power spectral density//Физика и химия стекла. 2014. Т. 40. № 2. с. 262–267.

10. Ponomareva, A. A., et al. Microstructural characterization of hierarchical structured surfaces by atomic force microscopy//В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Ser. «2nd International Conference on Competitive Materials and Technological Processes, IC–СМТП 2012». 2013.
11. Kaneva, N., et al. Surface and photocatalytic properties of nanostructured ZnO thin films doped with iron//Bulgarian Chemical Communications. 2013. Т. 45. № 4. с. 635–643
12. Ponomareva, A. A., et al. Fractal analysis of surfaces comprising hierarchical structures//В сборнике: ECCM 2012 — Composites at Venice, Proceedings of the 15th European Conference on Composite Materials. 2012.
13. Пономарева, А. А., Мошников В. А., Suchanek G. Влияние температурного отжига на фрактальную размерность поверхности золь-гель слоев SiO₂-SnO₂//Материаловедение. 2011. № 12. с. 45–49.
14. Chesnokova, D. V., et al. Structural characteristics and photoluminescence of Pb 1-XCDXSE (X = 0–0.20) layers//Journal of Non-Crystalline Solids. 2010. Т. 356. № 37–40. с. 2010–2014.
15. Пронин, И. А., и др. Взаимосвязь фотокалитических и фотолюминесцентных свойств оксида цинка, легированного медью и марганцем//Физика и техника полупроводников. 2014. Т. 48. № 7. с. 868–874.
16. Tarasov, S. A., et al. Atomic force microscopy and photoluminescence analysis of porous metal oxide materials//Semiconductors. 2012. Т. 46. № 13. с. 1584–1588.
17. Tarasov, S. A., et al. Study of the self-organization processes in lead sulfide quantum dots//Semiconductors. 2014. Т. 48. № 13. с. 1729–1731.
18. Пронин, И. А., и др. Фотокаталитическое окисление фармацевтических перпаратов на тонких наноструктурированных пленках оксида цинка//Кинетика и катализ. 2014. Т. 55. № 2. с. 176.
19. Kaneva, N. V., et al. Nanosized composite thin films of SiO₂-ZnO for photocatalytic decomposition of organic dyes — structure and characterization//Bulgarian Chemical Communications. 2013. Т. 45. № 4. с. 611–616
20. Муратова, Е. Н., и др. Влияние технологических параметров получения слоев нанопористого Al₂O₃ на их структурные характеристики//Физика и химия стекла. 2013. Т. 39. № 3. с. 473–480.
21. Luchinin, V. V., et al. Formation of ordered nanoscale capillary membranes based on anodic alumina//Journal of Physics: Conference Series. 2015. Т. 586. № 1.
22. Божокин, С. В. Фракталы и мультифракталы / С. В. Божокин, Д. А. Паршин. —Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». — 2001. — 128 с.
23. Встовский, Г. В., Колмаков А. Г., Бунин И. Ж. Введение в мультифрактальную параметризацию структур материалов. Москва: Центр «Регулярная и хаотическая динамика» 2001. 116 с.
24. Москвин, П. П. и др. Мультифрактальная параметризация пространственных форм на поверхности гетерокомпозиций znpxcd1 — xte — si (111) и ее взаимосвязь с условиями синтеза слоев / Журнал физической химии, 2014, том 88, No 7–8, с. 1194–1200
25. Дрозд, А. В. Молекулярное наслаивание, опыт применения в микроканальных пластинах // Молодой ученый. — 2016. — № 7. — с. 230–235.

Система обработки изображений видеоэндоскопа

Куликов Андрей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент;
Суконкин Илья Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Романова Виктория Олеговна, магистрант;
Кобозева Ольга Николаевна, магистрант;
Тамбовский государственный технический университет

Рассмотрен способ обработки изображения, полученного эндоскопической видеосистемой, предполагающий совмещение матрицы ФПЗС с волоконно-оптической системой формирования изображения.

В ходе проведения диагностического исследования с помощью видеоэндоскопа зачастую целесообразно производить обработку изображения до поступления оптического сигнала на фотоприемник. Для этого предлагается производить обработку изображения путем совмещения матрицы фоточувствительного прибора с зарядовой связью (ФПЗС) с волоконно-оптической системой формирования изображения (ВОСФИ).

Рассмотрим одномерную ВОСФИ, представленную на рис. 1.

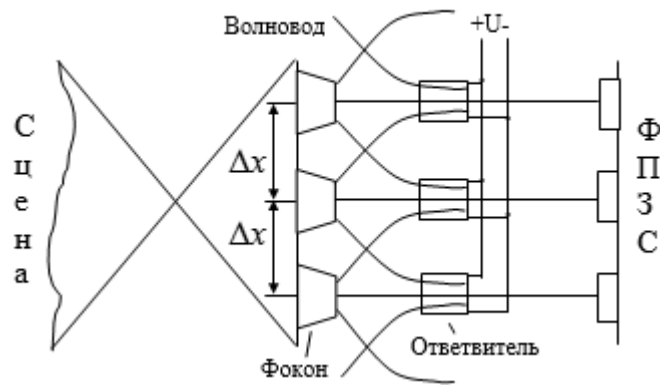


Рис. 1. Структурная схема одномерной волоконно-оптической системы

В определенную область фокальной плоскости помещается расширяющийся фокон, воспринимающий изображение. Узкий торец фокона разбивается на отдельные волокна (световоды), которые соединяются в трехплечевом ответвителе, управляемым дуополярным напряжением U . Один из выходов ответвителя соединяется с определенной ячейкой ФПЗС, которая формирует отсчеты изображения. Данная система осуществляет обработку световых потоков от элементов изображения, расположенных с интервалом Δx по оси x .

Рассмотрим работу управляемого 3x3 ответвителя, в котором на линейно расположенные волноводы нанесены управляющие электроды (рис.2) [1]. Такой ответвитель функционирует аналогично трехлучевому интерферометру Маха-Цендера.

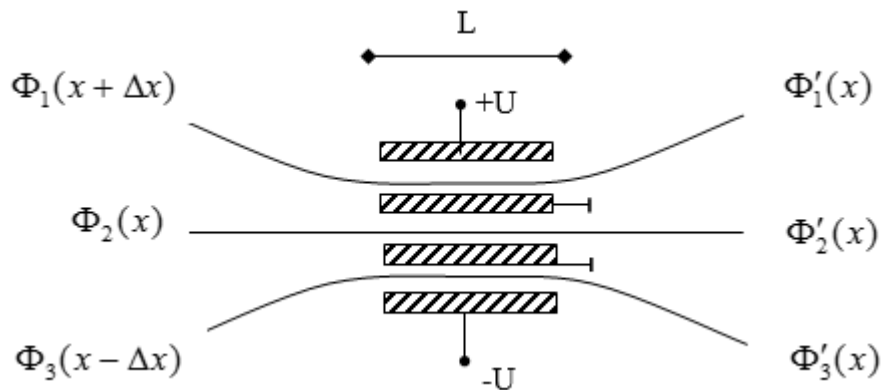


Рис. 2. Схема управляемого оптического ответвителя

На участке связи L распространяются три моды, имеющие различные постоянные распространения β , которые записываются в виде [2]:

$$\beta = \frac{\omega}{\mathcal{G}_p} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{\lambda}, \tag{1}$$

где ω -угловая частота волны;

\mathcal{G}_p -фазовая скорость;

n -показатель преломления;

λ -длина волны.

Прикладывая электрическое напряжение к электродам, расположенным по бокам волноводов, можно регулировать показатель преломления кристалла волновода. Это происходит за счет линейного электрооптического эффекта Поккельса, который, как известно, заключается в изменении показателя преломления пропорционально напряженности приложенного электрического поля. Напряжение U , приложенное к электродам, создает электрическое поле, напряженность которого равна:

$$E = \frac{U}{L},$$

где L - ширина зазора между электродами.

Эффективный показатель преломления волновода записывается в виде [3]:

$$n = n_0 + \frac{n_0^3}{2} \cdot r \cdot E,$$

где n_0 - показатель преломления невозбужденной среды;

r - электрооптический коэффициент.

Электрооптический эффект является практически безынерционным, поэтому время задержки распространения оптического сигнала на волноводном элементе $\tau_3 = 25 \div 50$ пс, что на два порядка меньше, чем у наиболее быстродействующих электронных элементов типа ТТЛ ($\tau_3 \approx 10$ нс) и ЭСЛ ($\tau_3 \approx 1$ нс)[4].

Таким образом, приложив напряжение U к электродам, с помощью электрооптического эффекта можно управлять постоянной распространения β . Следует иметь ввиду, что положительное либо отрицательное управляющее напряжение приводит, соответственно, к увеличению либо уменьшению коэффициента изменения показателя преломления [6]. Следовательно, для первого и третьего волноводов знаки приращения показателя преломления противоположны:

$$\begin{aligned} n_1 &= n_{01} + \frac{n_{01}^3}{2} \cdot r \cdot \frac{U}{L} \\ n_3 &= n_{03} - \frac{n_{03}^3}{2} \cdot r \cdot \frac{U}{L}, \end{aligned} \tag{2}$$

где n_1, n_3 — показатели преломления первого и третьего волноводов, соответственно;

n_{01}, n_{03} - показатели преломления невозбужденной среды первого и третьего волноводов, соответственно.

Показатель преломления второго волновода остается неизменным.

При рассмотрении системы из трех связанных оптических волноводов (см. рис.2) с управляемой постоянной распространения β можно показать, что световые потоки $\Phi(x)$ на входах и $\Phi'(x)$ на выходах связаны с помощью линейного преобразования:

$$\begin{bmatrix} \Phi'_1(x) \\ \Phi'_2(x) \\ \Phi'_3(x) \end{bmatrix} = \exp(-\alpha + i \cdot \beta_M \cdot L) \cdot \begin{bmatrix} a_{12} & a_{11} & a_{10} \\ a_{22} & a_{21} & a_{20} \\ a_{32} & a_{31} & a_{30} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Phi_1(x + \Delta x) \\ \Phi_2(x) \\ \Phi_3(x - \Delta x) \end{bmatrix}, \tag{2}$$

где $a_{12} = (\cos^2(\beta_{R0} \cdot L) + 2 \cdot \cos(\beta_{R0} \cdot L) \cdot \cos(2 \cdot \beta_{R1} \cdot L) + 1) \cdot 0,25$;

$a_{11} = \sin^2(\beta_{R0} \cdot L) \cdot 0,5$;

$a_{10} = (\cos^2(\beta_{R0} \cdot L) - 2 \cdot \cos(\beta_{R0} \cdot L) \cdot \cos(2 \cdot \beta_{R1} \cdot L) + 1) \cdot 0,25$;

$a_{22} = \sin^2(\beta_{R0} \cdot L) \cdot 0,5$;

$a_{21} = \cos^2(\beta_{R0} \cdot L)$;

$a_{20} = \sin^2(\beta_{R0} \cdot L) \cdot 0,5$;

$a_{32} = (\cos^2(\beta_{R0} \cdot L) - 2 \cdot \cos(\beta_{R0} \cdot L) \cdot \cos(2 \cdot \beta_{R1} \cdot L) + 1) \cdot 0,25$;

$a_{31} = \sin^2(\beta_{R0} \cdot L) \cdot 0,5$;

$a_{30} = (\cos^2(\beta_{R0} \cdot L) + 2 \cdot \cos(\beta_{R0} \cdot L) \cdot \cos(2 \cdot \beta_{R1} \cdot L) + 1) \cdot 0,25$;

$\beta_M = 0,5 \cdot \beta_2 + 0,25 \cdot (\beta_1 + \beta_3)$ — средняя постоянная распространения;

$\beta_{R0} = 0,5 \cdot (\beta_1 - \beta_3)$, $\beta_{R1} = 0,25 \cdot (\beta_1 + \beta_3) - 0,5 \cdot \beta_2$ - относительные постоянные распространения мод участка связи L;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ - постоянные распространения первого, второго и третьего волноводов, соответственно;

α - коэффициент потери мощности при прохождении ответвителя.

В соответствии с выражением (2) получена модель управляемого оптического ответвителя, производящего обработку отсчетов изображения от трех соседних точек:

Далее, переходя к частотной характеристике, произведем замены в (2) $\Phi_1(x + \Delta x) \rightarrow \Phi \cdot \ell^{i\varpi_x(x+\Delta x)}$, $\Phi_2(x) \rightarrow \Phi \cdot \ell^{i\varpi_x \cdot x}$ и $\Phi_3(x - \Delta x) \rightarrow \Phi \cdot \ell^{-i\varpi_x(x-\Delta x)}$, где ϖ_x - пространственная частота, и после вычислений получим выражения амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) выходов ответвителя, которые соответствуют АЧХ нерекурсивного фильтра второго порядка:

$$H_i(\varpi_x) = \left| a_{i0} + a_{i1} \cdot \ell^{-i\varpi_x \cdot \Delta x} + a_{i2} \cdot \ell^{-2i\varpi_x \cdot \Delta x} \right| = \left| \sum_{j=0}^2 a_{ij} \cdot \ell^{-i\varpi_x \cdot j \cdot \Delta x} \right| \quad (3)$$

где i - номер выхода ответвителя.

Из выражений (2,3) видно, что коэффициенты фильтра α_{ij} имеют зависимость от постоянных распространения β_{R0}, β_{R1} , которые в свою очередь имеют зависимость от приложенного напряжения U (1). Следовательно, изменяя напряжение на электродах можно регулировать АЧХ полученного фильтра.

Анализ выражения (3) позволяет сделать вывод о возможности реализации фильтра пространственных частот на базе трехплечевого ответвителя, АЧХ которой изменяется в зависимости от длины волны, на которой осуществляется обработка. При этом в видимой области оптического диапазона видна сильная зависимость частотной характеристики от управляющего напряжения, а при увеличении длины волны зависимость ослабевает. К ячейке ФПЗС (см. рис. 1) подключается только один из выходов ответвителя. Остальные два используются для дальнейшей обработки в зависимости от решаемых задач.

При переходе от одномерной обработки к двумерной можно показать, что волоконно-оптическая система формирования изображений производит обработку световых потоков от элементов изображения, расположенных с интервалом Δx по оси x и Δy по оси y. При этом обработка производится последовательно по каждой координате, а управляющее напряжение подводится отдельно к управляющим электродам ответвителей по координатам X и Y. В результате появляется возможность осуществлять обработку с переменными характеристиками по пространству.

Таким образом, показана возможность обработки изображения, полученного видеоэндоскопом, при помощи матрицы ФПЗС и управляемого интерферометра. Выведены выражения для определения АЧХ выходов ответвителя и показаны зависимости изменения коэффициентов фильтра от приложенного управляющего напряжения и длины волны.

Литература:

1. Волоконная оптика. Труды института общей физики. Т. 23. — М.:Наука,1990. — с. 108—114.
2. Волноводная оптоэлектроника. Под ред. Т. Тамира.-М.:Мир,1991.—573 с.
3. Акаев, А. А., Майоров С. А. Оптические методы обработки информации.-М.:Высшая школа,1988.—238 с.
4. Кондиленко, И.И., Коротко П.А., Фелинский Н.И. Интегральные электрооптические модуляторы света// Квантовая электроника (Киев).—1980.-Вып. 19.-с. 60—77.
5. Свечников, Г.С. Элементы интегральной оптики. — М.:Радио и связь,1987.—105 с.
6. Воронов, С.А. Свойства материалов для оптических элементов приемников инфракрасного излучения.//Радиоэлектроника.—1997.-Т. 40.-№ 5.-с. 19—30.

Химический состав мясного сырья и его изменения при приготовлении блюд

Лаптева Мария Дмитриевна, студент;
Миллер Дмитрий Эдуардович, студент;
Мироманова Юлия Владимировна, студент;
Вавилова Наталья Александровна, студент

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова

На здоровье человека и продолжительность его жизни питание оказывает существенное влияние. Оно участвует в обеспечении связи внешней и внутренней среды организма. От правильного питания и усвоения питательных веществ в организме зависит нормальное протекание метаболических процессов. Обязательным условием поддержания жизнедеятельности организма является относительное постоянство концентраций основных питательных веществ, которые обеспечивают энергетические потребности, а также синтез собственных структур и специфических продуктов обмена. [8]

В настоящее время химический состав и пищевая ценность мяса широко и полно рассмотрена во многих работах.

В работах И.А. Рогова, Л.В. Антиповой, Н. И Дунченко, Н.А. Жеребцова подробно описаны белки, источники белков, их роль в питании и аминокислотный состав. Так авторы отмечают, что в питании человека мясо — основной источник полноценного белка, хорошо усвояемого организмом. Среди белковых источников мясо занимает особое место, так как по химическому составу, структуре и свойствам оно наиболее близко к белкам человеческого организма. Именно на этом принципе строится современное представление о рациональном питании человека. [7,10]

Дневная потребность взрослого человека в животном белке (50 г) обеспечивается 100 г свинины жирной на 23%, мясной — на 29%, беконной — на 33%, говядины или баранины 1 категории — на 33%, — а 2 категории упитанности — на 40%. Так, например, 100 г говядины первого сорта дают 10% суточной потребности в энергии, 20% — в белках, 20–30% — в жирах, а также содержат витамины и минеральные вещества. Массовая доля белка в мясе составляет 14–23%. [1,3,4]

Белки мяса являются наиболее ценным компонентом, составляющим 95% всех азотистых веществ в организме. В мясном сырье, используемом для приготовления блюд и кулинарных изделий, содержатся преимущественно полноценные белки, в которых имеются в наличии все незаменимые аминокислоты — лейцин, фенилаланин, лизин, изолейцин, валин, метионин, треонин, триптофан — в количествах и соотношениях, близких к оптимальным. [2,4,5]

За эталон оптимального содержания незаменимых аминокислот принимают аминокислотный состав плазмы крови или яичного белка. Соотношение трех важнейших незаменимых аминокислот — триптофана, метионина и лизина в мясных блюдах соответствует формуле сбалан-

сированного питания. Мясная пища стимулирует рост, половое созревание, рождаемость потомства и его выживаемость, а также положительно влияет на усвоение других компонентов. Большинство белков мяса относится к полноценным, что делает их обязательным компонентом питания (таблица 1).

Скурихин И. М., Нечаев А. П. отмечают, что существует много вариантов проведения тепловой обработки мясных продуктов, в связи с этим представляет несомненный интерес изменения пищевых веществ, которые происходят при основных видах тепловой кулинарной обработки. Авторы показывают, что потери белка при варке составляют — 10%, при жарке мелким куском — 5%, крупным куском — 10%, а при тушении и запекании — 5%.

Как уже было сказано, белки в питании человека занимают особое место и выполняют ряд специфических функций. Основными функциями являются: структурная (кератин волос, ногтей, коллаген соединительной ткани, эластин, муцины слизистых выделений); каталитическая (ферменты); транспортная (гемоглобин, миоглобин, альбумины сыворотки); защитная (антитела, фибриноген крови); сократительная (актин, миозин мышечной ткани); гормональная (инсулин поджелудочной железы, гормон роста, гастрит желудка) и резервная (овальбумин яйца, казеин молока, ферритин селезенки). [5,9] Кроме того, А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова подробно рассмотрели белковую недостаточность и ее последствия. [6,9,10]

Ратушный А.С., Хлебников В.И., Баранов Б.А. в своей работе наиболее широко представили изменения, протекающие в мясе, состав и свойства мяса, а так же его пищевую ценность. В свинине имеются мышцы более светлой и более темной розово-красной окраски; особенно заметна разница в окороках, у которых внутренние части окрашены темнее внешних. Содержание миоглобина в более светлых мышцах составляет примерно 0,08–0,13%, в более темных — 0,16–0,23%. В темных мышцах содержится несколько меньше сухих веществ, в том числе и белковых, чем в светлых. [11]

Для свинины характерна более мягкая консистенция. Поверхность поперечного разреза тонко — и густозернистая. Соединительная ткань менее грубая, чем у говядины, и легче разваривается. Сырая свинина (исключая мясо некастрированных самцов) почти лишена запаха, вареная обладает нежным и приятным запахом и вкусом. Жировая ткань — молочно-белого цвета, иногда с розоватым оттенком, почти без запаха.

Таблица 1. Аминокислотный состав мяса (мг на 100 г)

Аминокислоты	Говядина	Баранина	Свинина
Незаменимые, всего	7131	5778	5619
В том числе:			
валин	1035	820	831
изолейцин	782	754	708
лейцин	1478	1116	1074
лизин	1589	1235	1239
метионин	445	356	342
треонин	803	688	654
триптофан	210	198	191
фенилаланин	796	611	580
Заменимые, всего	11292	9682	8602
В том числе:			
аланин	1086	1021	773
аргинин	1046	993	879
аспарагиновая кислота	1771	1442	1322
гистидин	410	480	575
глицин	937	865	695
глутаминовая кислота	3073	2459	2224
гидроксипролин	290	295	170
пролин	685	741	650
сери	780	657	611
тирозин	658	524	520
цистин	259	205	183

Обычно под химическим составом мяса подразумевают химический состав его мякотной части, состоящей из мышечной, жировой и соединительной тканей в их естественном соотношении. Поэтому химический состав, энергетическая ценность, усвояемость и вкусовые качества мяса зависят от соотношения в нем этих тканей и от качественного и количественного состава входящих в них веществ.

Химический состав мяса зависит от вида животного, его породы, пола, возраста, упитанности и условий содержания (таблица 2). На химический состав мяса также оказывают влияние предубойное состояние животного, степень обескровливания, время, прошедшее после убоя, условия хранения и другие факторы, под воздействием которых происходят постоянные изменения в содержании и качественном составе компонентов тканей. [1,2]

На химический состав и пищевую ценность мяса влияет его анатомическое происхождение, поскольку в различных частях (отруба) одной и той же туши основные ткани на-

ходятся в различных соотношениях и обладают разными свойствами. По общему количеству белка, жира и влаги мясо со спинной, поясничной и задней частей туши отличается весьма незначительно от мяса передних частей туши — лопаточной, грудной и плечевой. Мясо нижних конечностей характеризуется более высоким содержанием общего белка и меньшим количеством жира, чем мясо других отрубов.

Учеными отмечено, что белки мяса обладают высокой биологической ценностью, так как их аминокислотный состав хорошо сбалансирован и наиболее близок к составу аминокислот белков человека. Помимо того, авторы отмечают, что в состав мяса кроме мышечной ткани могут входить все разновидности соединительной ткани (рыхлая, плотная, жировая, хрящевая, костная), кровеносные и лимфатические сосуды и узлы, а также нервная ткань и кровь.

В питании человека блюда из мяса являются одним из основных источников фосфора; с мясом поступают в ор-

Таблица 2. Химический состав свинины

Вид и категория мяса	Содержание, %				Энергетическая ценность, кДж
	вода	белки	липиды	зола	
Свинина:					
беконная	54,8	16,4	27,8	1,0	1322
мясная	51,6	14,6	33,0	0,8	1485
жирная	38,7	11,4	49,3	0,6	2046

организм человека микроэлементы и витамины. Экстрактивные вещества мяса улучшают вкус пищи, возбуждают аппетит, усиливают секрецию пищеварительных желёз.

В технологической практике ткани, из которых состоит мясо, принято классифицировать не по функциональному признаку, а по промышленному значению. В связи с этим их условно подразделяют на мышечную, жировую, соединительную, хрящевую, костную и кровь.

Блюда из мяса обеспечивают организм человека полноценными, легко усвояемыми животными протеинами, используемыми для построения тканей, а также являются источником жира и дополнительных факторов питания — жизненно необходимых полиненасыщенных жирных кислот, витаминов и минеральных веществ. Эти питательные вещества сосредоточены в основном в мышечной ткани, в меньшей мере в жировой и весьма незначительно в соединительной ткани. Поэтому чем меньше в мясе соединительной ткани, тем выше его питательная ценность. Чрезмерно высокое содержание жира в мясе, обуславливая его высокую калорийность, вместе с тем снижает вкусовые достоинства, белковую ценность и усвояемость мяса. Оптимальным считается соотношение между мясом и содержащимся в нем жиром (точнее, между белком и жиром) в свиной туше — 1: 2,5.

Ратушный А. С., Хлебников В. И., Баранов Б. А. в работах раскрыли вопрос о влиянии способа и режима тепловой обработки мяса на изменение его физико-химических показателей и биологической ценности. Отмечено, что белковая молекула при нагреве подвергается сложным физико-химическим изменениям, прежде всего денатурации и коагуляции, глубина которых зависит от температуры, продолжительности тепловой обработки и некоторых других факторов. Кроме того Л. Ф. Павлоцкая, Н. В. Дуденко, М. М. Эйдельман отмечают, что длительная тепловая обработка ухудшает воздействие протеолитических ферментов. [10,11]

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что мясо относится к полноценным продуктам питания. Оно является источником полноценного легкоусвояемого белка, содержащего все незаменимые аминокислоты. Очевидно, что для максимального сохранения пищевой ценности при производстве кулинарных изделий из мяса требуется разработка более щадящих режимов тепловой обработки, позволяющих минимизировать разрушение питательных веществ и обеспечивающих более высокую ценность готовой продукции. В этой связи является актуальным исследование пищевой ценности мяса подвергнутого тепловой обработке в перспективном виде теплового оборудования — пароконвектомате. [4]

Литература:

1. Антипова, Л. В. Биохимия мяса и мясных продуктов [Текст]: учеб. пособие / Л. В. Антипова, Н. А. Херебцов. — Воронеж: ВГУ, 1991. — 231 с.
2. Долматова, И. А., Барышникова Н. И., Зайцева Т. Н. Биологические, биохимические и хозяйственные особенности сельскохозяйственных животных [Текст]: учеб. пособие / И. А. Долматова, Н. И. Барышникова, Т. Н. Зайцева. — Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2015. — 106 с.
3. Долматова, И. А., Быстрова А. А., Лаптева М. Д. Лечебное питание отдыхающих в столовых при организации санаторно-курортного питания / Современные технологии и управление [Текст]: мат. III Междунар. науч.-практ. конф. — Светлый Яр: филиал ФГБОУ ВПО МГУТУ им. Разумовского в р. п. Светлый Яр, 2014. с. 255–257.
4. Долматова, И. А., Миллер Д. Э., Курочкина Т. И., Быстрова А. А. Сохранение пищевой ценности блюд из мяса птицы — Молодой ученый, 2015. № 23. с. 133–137.
5. Зайцева, Т. Н. Биохимические основы производства пищевых продуктов [Текст]: учеб. пос. / Т. Н. Зайцева, Н. И. Барышникова. — Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2010.
6. Зайцева, Т. Н., Рябова В. Ф., Курочкина Т. И. Использование мяса кролика в лечебно-профилактическом питании / Эколого-биологические и медицинские проблемы регионов России и сопредельных территорий [Текст]: мат. Всерос. науч. конф. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. с. 257–259.
7. Зайцева, Т. Н., Рябова В. Ф., Курочкина Т. И. Обогащение мясных рубленых полуфабрикатов растительными компонентами / Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение [Текст]. В 2 ч. Ч. 1.: мат. междунар. науч.-техн. конф. — Воронеж: ВГУИТ, 2014. с. 414–417.
8. Зайцева, Т. Н., Рябова В. Ф., Курочкина Т. И. Состояние и проблемы развития рынка мясных полуфабрикатов в России и г. Магнитогорске / Кузбасс: образование, наука [Текст]: мат. Инновационного конвента — Кемерово; Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014. с. 98–100.
9. Нечаев, А. П., Траубенберг С. Е., Кочеткова А. А. Пищевая химия. [Текст] / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова. — СПб.: ГИОРД, 2003. — 640 с.: ил.
10. Павлоцкая, Л. Ф., Дуденко Н. В., Эйдельман М. М. Физиология питания. [Текст] / Л. Ф. Павлоцкая, Н. В. Дуденко, М. М. Эйдельман. — М.: Высшая школа, 1989—368 с.: ил.
11. Ратушный, А. С., Хлебников В. И., Баранов Б. А. Технология продукции общественного питания. В 2-х т. 2-е изд. Т. 1 Физико-химические процессы, протекающие в пищевых продуктах при кулинарной обработке [Текст]: учебник / А. С. Ратушный, В. И. Хлебников, Б. А. Баранов. — М.: Мир, 2007. — 351 с.: ил.

Классификация сепарирующих поверхностей зерноочистительных машин

Леканов Сергей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент;
Стрикунов Николай Иванович, кандидат технических наук, доцент
Алтайский государственный аграрный университет

В технологических линиях мехтоков широко применяются зерноочистительные машины. Для существенного повышения качества очистки зерна требуется правильный подбор решет с оптимальными размерами отверстий.

Поэтому совершенствование технологического процесса сепарации зернового материала на решетках и разработка новых технических устройств является актуальной задачей.

В настоящее время ведется работа по созданию новых решетных устройств, научная информация, имеющаяся в трудах ученых, требует упорядочения и совершенствования, поскольку на современном этапе развития зерноочистительных машин открываются новые возможности для исследования.

По результатам выполненных широких аналитических исследований впервые предложена классификация отверстий решетных поверхностей.

В статье также приведены собственные исследования авторов по данной проблеме.

Ключевые слова: *решето, отверстие, сепарация, сепарирующая поверхность, живое сечение.*

Введение. Мировое производство зерноочистительной техники сосредоточено в основном в индустриально развитых странах, в том числе и в России. Основными характеристиками выпускаемых ими зерноочистительных машин являются их высокая надежность, производительность и многофункциональность. Основная проблема, связанная с производством зерноочистительных машин, состоит в том, что различных типоразмеров решет много, чтобы обеспечить высокую эффективность очистки семян сельскохозяйственных культур.

Рациональное оснащение зерноочистительных машин решетными сепарирующими поверхностями является не только практически важной, но и достаточно сложной научно-технической проблемой, поскольку подбор решет и выбор формы и размеров отверстий — задача многофакторная.

В настоящей статье сделана попытка обобщить и систематизировать информацию по существующим устройствам решет с различного типа просеивающих отверстий.

При анализе использовалась информация из опубликованных источников, патентных материалов, проспектов фирм производителей зерноочистительных машин.

При описании приведенной ниже классификации решет и отверстий этих решет отбирались наиболее существенные характеристики, позволяющие определить их назначение, устройство и эксплуатационные параметры.

Основанием для проведения данной работы послужило стремление помочь ученым-исследователям и специалистам в разработке новых технических устройств по совершенствованию технологического процесса сепарирования, в правильном выборе зерноочистительной техники.

Цель, задачи. Цель данной работы заключается в классификации существующих решетных поверхностей с различными отверстиями, обеспечивающих повышение эффективности сепарирования.

Основная часть. Все решета характеризуются общим показателем — коэффициентом живого сечения, который находится как отношение площади отверстий ко всей площади решета, на котором они располагаются. Широкое распространение получили плоскопробивные решета, главным недостатком которых является малое живое сечение из-за наличия широких перемычек. Такие решета имеют низкую удельную производительность.

На рисунке 1 приведена классификация менее распространенных сепарирующих решетных поверхностей.

Проволочные сварные решета имеют площадь живого сечения на 50–55% больше, чем пробивные решета с продолговатыми отверстиями [1, 2]. Они широко применяются в конструкциях скельператоров, так как просты в изготовлении и имеют продолжительный срок службы.

Отличие струнных решет от проволочно-сварных в отсутствии перемычек и способность струн образовывать длинную щель любой ширины с возможностью её постепенного увеличения [3, 4].

Пространственные решета образуют длинные щели между ребрами различной формы. Профиль ребер может быть: треугольный [5], прямоугольный, овальный. Решета могут образовываться пластинами имеющих в верхней части круглые выступы [6] и т. д. Такой тип решет хорошо расслаивает материал и направляет его вдоль щели, где происходит просеивание частиц.

Чешуйчатые и рельефные решета используются в машинах для обработки семян кукурузы [7].

Решета с гексагональными отверстиями, плоской и рельефной формы — это новый вид сепарирующей поверхности, пришедшей на смену решет с круглыми отверстиями. Преимущества заключаются в следующем: увеличенная просеивающая способность, благодаря дополнительным граням; большее живое сечение из-за уменьшения толщины перемычек; снижение забиваемости, так

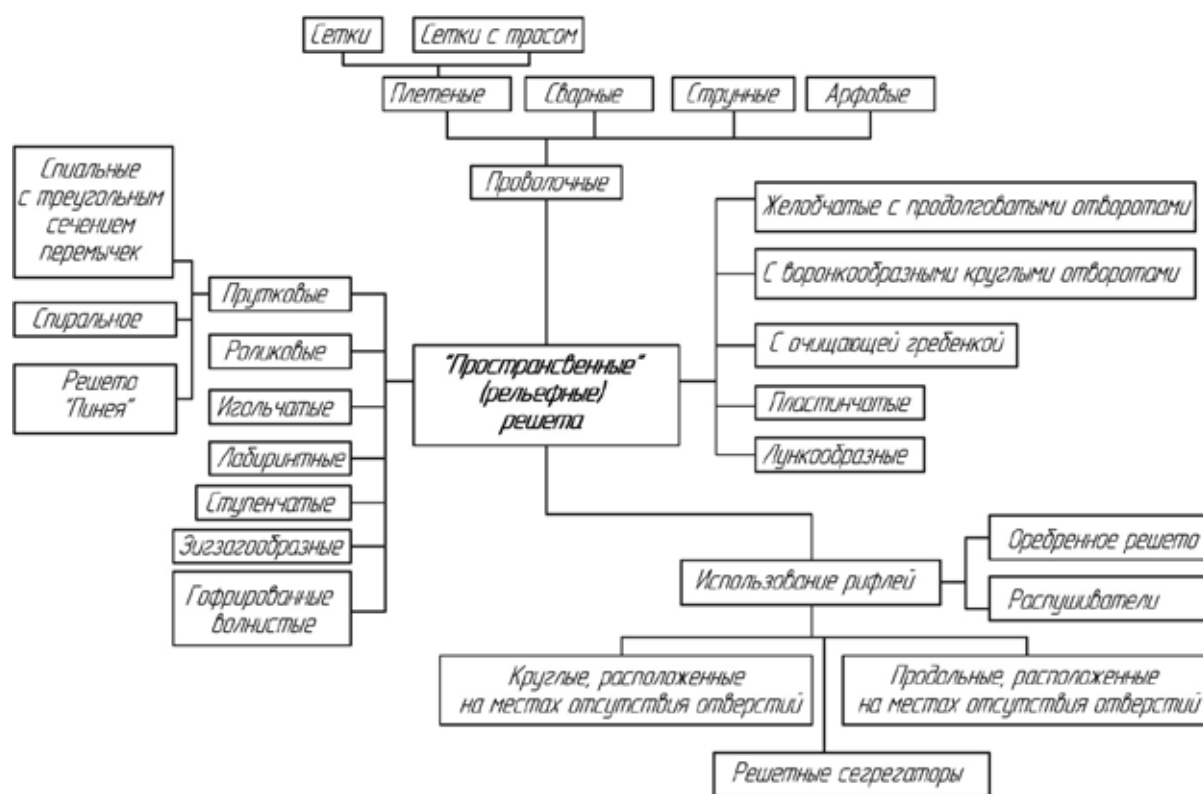


Рис. 1. Классификация решет зерноочистительных машин

как площадь отдельно взятого отверстия больше по сравнению с круглым отверстием [8].

Плетеные решета (тканевые сита) используются в основном в крупяной и мукомольной промышленности, где требуются мелкие отверстия и не нужна их очистка.

Практика показывает, что при послуборочной обработке зерна в большинстве своем используются воздушно-решетные машины, где зерновая смесь сепарируется воздушным потоком и на решетках с продолговатыми, круглыми, овальными или треугольными отверстиями.

Наиболее важным в процессе сепарации является просеивание зерна через отверстия. На рисунке 2 приведена классификация отверстий решет зерноочистительных машин. По геометрии отверстия можно разделить: круглые — для разделения зернового материала по ширине; прямоугольные — для разделения по толщине; овальные — для увеличения эффективности сепарации по ширине, в сравнении с круглыми [9,11].

Для сепарации семян сложной формы (гречихи, нута и т. д.) ОАО «Завод имени Фрунзе» выпускает решета эпиклоидной формы, что позволяет увеличить просеиваемость решет на 52–82%, в сравнении с серийными решетками.

Щелевые решета (струнные, арфовые [10]) используются в плоскорешетных, цилиндрических и конических сепараторах [11]. В данном случае, щель получается увеличивающейся к большему основанию конуса. Треугольные, круглые лункообразные, квадратные используются для

сепарации отдельных культур со специфическим строением семени — гречихи, кукурузы, сои и т. д.

Расположение отверстий на решетке имеет не менее важное значение для процесса сепарирования.

Продолговатые отверстия в центробежно-решетных сепараторах по отношению к оси вращения могут располагаться: горизонтально, вертикально, под углом, иметь переменное расположение, а также сложное в виде спирали [12]. Расположение отверстий, по спирали выбрано исходя из траектории движения материала, что обеспечивает наибольшую просеиваемость.

В плоских решетках кроме размещения отверстий вдоль поверхности встречается расположение рядами со смещением и под углом к образующей решета.

В плоскости решета отверстия круглой и гексагональной формы могут располагаться в виде треугольника, шестигранника и по квадрату.

По профилю поверхности они подразделяются на плоские (обычные пробивные решета), выпуклые и вогнутые [13, 14], а также рельефной формы для интенсификации процесса очистки семян [15, 16].

По размерам — отверстия постоянного размера, регулируемого (цилиндрическое спиральное решето Пинейя с изменяющимся расстоянием между навивками) [16] и переменными размерами отверстий [17], где изменение размера отверстий обеспечивается смещением подвижного решета относительно неподвижного, установленного вплотную к первому.

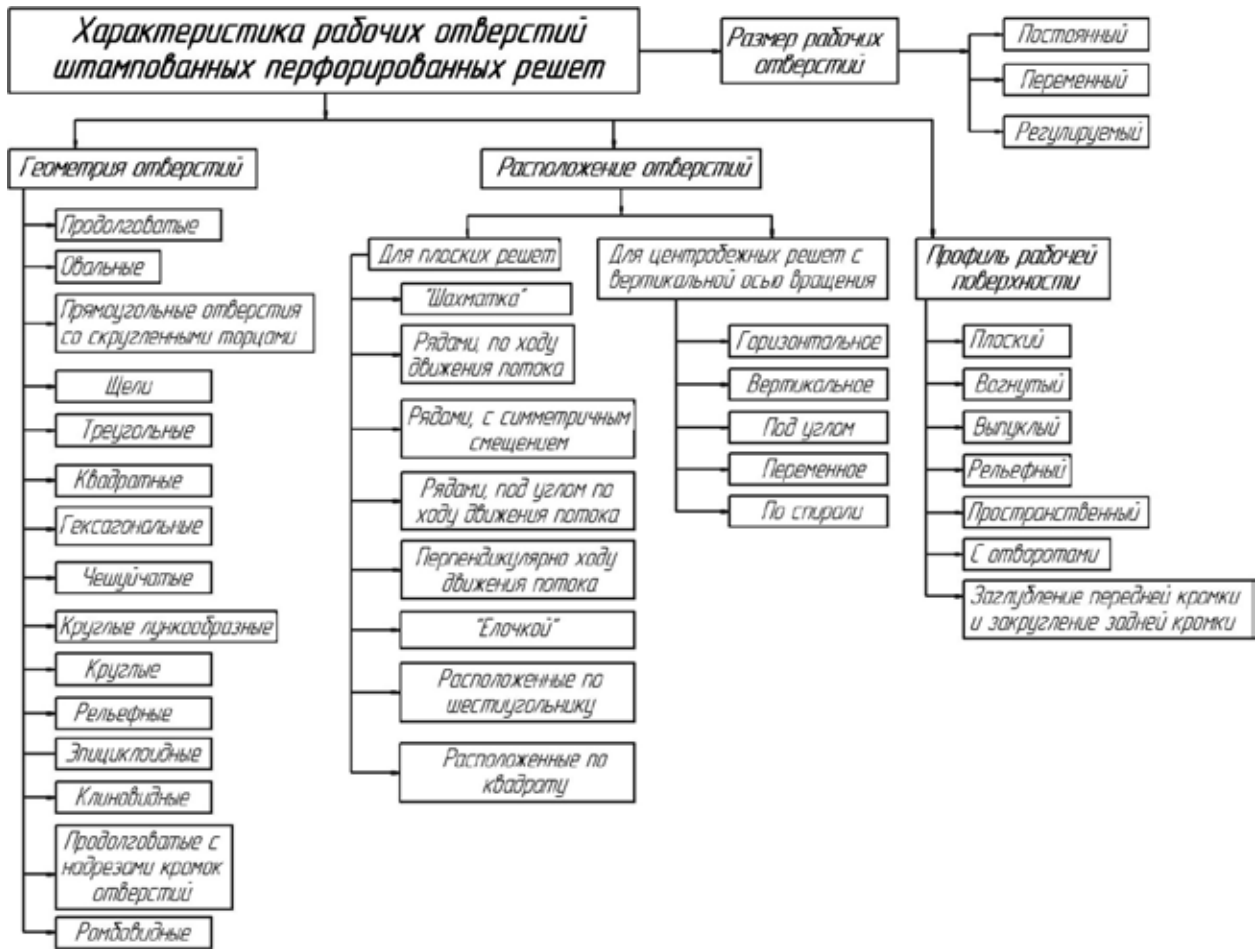


Рис. 2. Классификация отверстий решет зерноочистительных машин

Таким образом, интенсифицировать процесс сепарации зерновых смесей возможно путем применения рабочих отверстий решет, обладающих высокотехнологической сепарирующей способностью.

Выводы.

Предложенная классификация сепарирующих поверхностей зерноочистительных машин позволяет упорядо-

чить знания в области послепроцессной обработки зерна и наметить новые пути интенсификации процесса сепарации.

Подробного аналитического исследования по данному вопросу не имеется в литературных источниках, поэтому можно считать, что предложенная классификация решетных рабочих органов предложена впервые.

Литература:

1. Как избежать повреждения семян при очистке? [Применение сварных проволочных решет и рациональной установки плоских штамповочных решет] [Текст] / И. А. Пехальский, В. М. Дринча, М. В. Пехальская // Тракторы и с.-х. машины. — 1997. - № 7. - С. 23.
2. Шевцов, И. В. Решета проволочно-сварной конструкции с круглыми перемычками [Текст] // Аграрный вестник Урала. — 2007. — № 2. — с. 46–53.
3. Стрикунов, Н. И. Пути совершенствования подсевного решета центробежно-решетного сепаратора [Текст] / Н. И. Стрикунов, Б. Т. Тарасов, С. В. Леканов // Аграрная наука — сельскому хозяйству: сб. тр междунар. науч. — практ. конф.: в 3 кн. — Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. — Кн. 2. — с. 293–296.
4. Иванов, Н. М. Сепарация зерна на конических решетках с профилированной поверхностью [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Н. М. Иванов. — Новосибирск, 1988. — 16 с.
5. Ермольев, Ю. И. Исследование очистки пшеницы решетом со сплошной щелью в желобках, образованных угловыми гофрами [Текст] // Тр. / ЧИМЭСХ. — Челябинск, 1972. — Вып. 69. — с. 93–99.
6. Пат. на корисну модель 31700А Україна, МПК МКИ В09В1/26 Циліндричне решето / Тіщенко Л. М., Півень М. В., Мандрика О. В.; заявник і патентовласник Тіщенко Л. М., Півень М. В., Мандрика О. В. — № 98105572; заявл. 23.10.98; Опубл. 15.12.2000. Бюл. № 7.—3 с.

7. Абдуєва, Ф. М. Обґрунтування параметрів процесу і розробка решіт для вібровідцентрового сепарування насіння кукурудзи [Текст]: автореф. дис.. канд. тех. наук: спец. 05.05.11 / Ф. М. Абдуєва; наук. кер. Л. М. Тіщенко; Харк. нац. техн. ун-т с-го госп-ва ім. Петра Василенка. — Х., 2010. — 20 с.
8. Пат. на корисну модель 38580 Україна, МПК В07В 1/46 Сито Фадєєва / Фадєєв Л. В.; заявник і патентовласник Фадєєв Л. В. — № u200809581; заявл. 22.08.2008; Опубл. 12.01.2009. Бюл. № 1.—2 с.
9. Федоренко, И. Я. К вопросу классификации центробежных сепараторов для очистки зерна [Текст] / И. Я. Федоренко, С. В. Леканов, А. А. Хижников // Аграрная наука — сельскому хозяйству: сборник статей V Междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 17—18 марта 2010 г.). Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. Кн. 2. — с. 535—538.
10. Рудакова, Е. В. Определение рациональных режимов процесса грохочения в спирально-винтовом инерционном грохоте: дисс. ... канд. техн. наук. — Белгород, 2014. — 154 с.
11. Устройство для разделения сыпучих материалов [Текст]: А. с. 415053 А1 СССР МПК В07В1/22 / И. Е. Авдеев. — 1768528/28—13; заявл. 04.04.1972; опубл. 15.02.1974, Бюл. № 6
12. Пат. на корисну модель 35148 Україна, МПК В07В 1/28 Цилиндричне решето / Л. М. Тіщенко; М. В. Півень; О. В. Мандрика; і патентовласник. Тіщенко Л. М., Півень М. В., Мандрика О. В. — № u200708038; заявл. 16.07.2007; Опубл. 10.09.2008. Бюл. № 17.—2 с.
13. Пат. на корисну модель 35149 Україна, МПК В07В 1/18 Цилиндричне решето / Л. М. Тіщенко; М. В. Півень; О. В. Мандрика; і патентовласник. Тіщенко Л. М., Півень М. В., Мандрика О. В. — № u200708062; заявл. 16.07.2007; Опубл. 10.09.2008. Бюл. № 17.—2 с.
14. Пат. на корисну модель 38177 Україна, МПК В07В 1/46 Решето Фадєєва / Фадєєв Л. В.; заявник і патентовласник Фадєєв Л. В. — № u200809583; заявл. 22.07.2008; Опубл. 25.12.2008. Бюл. № 24.—2 с.
15. US 8733552 B2 CYLINDRICAL SIEVE AND CYLINDRICAL SIFTER / Yasuhiro Ikeda. Tsukasa Co., Ltd., Handa-Shi, Aichi; filed May. 31, 2010, publication May. 27, 2014. S. 25.
16. Петренко, Д. І. Обґрунтування параметрів відцентрово-пневматичного сепаратора зерна: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.05.11 / Д. І. Петренко; Кіровогр. нац. техн. ун-т. — Кіровоград, 2011. — 20 с.
17. Виброцентробежная просеивающая машина [Текст]: а. с. 1546179 А1 СССР, В 07 В 1/26. / А. Ф. Прокопенко, Е. Л. Орлов, Л. А. Борискин, Е. А. Алабин, Ю. А. Лесик. -№ 4408977/25—03; заявл. 12.04.88; опубл. 28.02.90, Бюл. № 8.

Устройство автомобильной аккумуляторной батареи.

Недостатки и преимущества конструкции аккумулятора автомобиля

Ли Владислав Висарионович, студент

Научный руководитель: Шиповалов Д. А., старший преподаватель

Автомобильный аккумулятор (точнее — автомобильная аккумуляторная батарея [сокр. автомобильная АКБ]) — тип электрического аккумулятора, применяемый на автомобильном или мототранспорте. Используется в качестве вспомогательного источника электроэнергии в бортовой сети при неработающем двигателе и для запуска двигателя. Аккумулятор работает благодаря тому, что два различных металла, находясь в кислотном растворе, вырабатывают электричество.

Назначение.

Автомобильный аккумулятор выполняет три функции:

- он запускает двигатель,
- он питает некоторые электрические устройства, например, габаритные или стояночные огни, сигнализацию и телефон, когда двигатель не работает.
- он «помогает» генератору, когда тот не справляется с нагрузкой или вышел из строя.

Для автомобиля аккумуляторную батарею можно назвать вторым сердцем. Его значимость для нормальной работы так же велика, как и сам двигатель. В современном автомобильном мире осуществлялись попытки заменить аккумулятор пневматическими устройствами пуска мотора, конденсаторными накопителями, но безрезультатно. До сих пор широко используется только три типа электрических аккумуляторов:

- свинцово-кислотный;
- литий-ионный;
- безламельный железоникелевый.

Сегодняшний уровень технического развития дал возможность фирмам автопроизводителям использовать наиболее совершенные и качественные аккумуляторы — необслуживаемые аккумуляторные батареи.

Устройство необслуживаемого аккумулятора автомобиля имеет характерные особенности, дающие приятную

возможность потребителям уделять данной батарее минимум внимания.

Стоит обозначить, что необслуживаемый аккумулятор — это современный источник энергии, который в своем устройстве не предполагает и не имеет специальных отверстий для доливания воды или электролита, корпус данных батарей полностью герметичен.

Особенности конструкция АКБ.

Современные аккумуляторы могут иметь радиальную конструкцию решетки пластин. Пластины изготавливаются методом непрерывного литья, однако в последнее время начали применяться технологии изготовления решеток методом выдавливания ячеек из цельного листа проката, что сохраняет химическую структуру исходного материала. В качестве материала решетки пластин все более широкое распространение получают сплавы свинца с серебром. При этом увеличивается прочность пластин, а их масса и толщина снижаются до 30%, а срок службы увеличивается на 20%. В каждую банку аккумулятора можно установить больше пластин изготовленных по технологии выдавливания, а значит увеличить ее емкость при относительно небольших габаритах батареи. Для исключения внутреннего замыкания пластин внутри аккумулятора применяются сепараторы со стеклотканью, выполненные в виде конверта. Такие сепараторы удерживают активную массу пластин от высыпания и вибраций. Для уменьшения загустевания электролита при низких температурах приводящего к снижению проводимости, увеличению внутреннего сопротивления в электролит добавляются различные модификаторы. Одной из частых причин выхода из строя аккумуляторов является короткое замыкание нижней части пластин, вызванное осыпанием активной массы из решеток. Конструкторы обошли этот недостаток тем, что поместили пластины в сепараторы из пористого материала, выполненные в виде почтовых конвертов с запаянными нижними краями. При осыпании массы она остается на дне сепаратора и короткого замыкания с соседней пластиной произойти не может. Кроме конвертируемых пластин могут применяться сепараторы, которые имеют стекловолокнистые слои в целях обеспечения дополнительной защитой положительной массы от осыпания.

Достоинства недостатки различных типов АКБ.

Достоинства свинцово-кислотных батарей:

— дешевизна и простота производства — по стоимости 1 Вт * ч энергии эти батареи являются самыми дешевыми;

— отработанная, надежная и хорошо понятная технология обслуживания;

— малый саморазряд — самый низкий по сравнению с аккумуляторными батареями других типов;

— низкие требования по обслуживанию — отсутствует «эффект памяти», не требуется доливания электролита;

— допустимы высокие токи разряда.

Недостатки свинцово-кислотных батарей:

— не допускается хранение в разряженном состоянии;

— низкая энергетическая плотность — большой вес аккумуляторных батарей ограничивает их применение в стационарных и подвижных объектах;

— допустимо лишь ограниченное количество циклов полного разряда;

— кислотный электролит и свинец оказывают вредное воздействие на окружающую среду.

При неправильном заряде возможен перегрев. Свинцово-кислотные батареи имеют настолько низкую энергетическую плотность по сравнению с другими типами батарей, что это делает нецелесообразным использование их в качестве источников питания переносных устройств. Хотя примеры их применения в портативной электронной технике есть. Кроме того, при низких температурах их емкость существенно снижается.

Обычные обслуживаемые и малообслуживаемые АКБ для поддержания работоспособности требуют постоянного контроля за уровнем электролита, выполнение «дозарядки», долива дистиллированной воды. При невыполнении данных действий батарея быстро приходит в непригодность. Аккумуляторные батареи, не требующие ухода, герметично запаяны, благодаря чему расход воды во время их эксплуатации чрезвычайно мал.

Преимущества необслуживаемых автомобильных аккумуляторов

Учитывая технические особенности не требующих обслуживания источников питания, можно выделить ряд их положительных сторон:

— из обслуживания требуют лишь выполнения периодической подзарядки;

— способны функционировать в любом положении;

— обеспечивают выработку высокого стартового тока;

— при соблюдении условий эксплуатации могут служить длительное время.

Литература:

1. <http://mashintop.ru/articles.php?id=2558>
2. Аккумуляторы. Хрусталева Д. А., 2003.
3. Войнаровский, П. Д. Электрические аккумуляторы // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.
4. Аккумуляторы // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.
5. http://mondeoclub.ru/remont/vubor_akb.php

Разработка технологии бездрожжевого хлеба

Лукин Александр Анатольевич, кандидат технических наук, доцент;
Меренкова Светлана Павловна, кандидат ветеринарных наук, доцент;
Лигостаев Дмитрий Григорьевич, магистр
Южно-Уральский государственный университет

Главное достоинство бездрожжевого хлеба — отсутствие у него недостатков дрожжевого. А недостатки дрожжевой выпечки напрямую связаны с влиянием пищевых дрожжей на работу организма. Так, доказана польза бездрожжевого хлеба в том, что он лучше усваивается и облегчает процесс пищеварения. Во многом это связано с его грубостью и плотностью: плотный мякиш в пищевом комке способствует более активной работе кишечника, благодаря чему активизируется работа мышц пищеварительного тракта, лучше усваивается пища. Польза бездрожжевого хлеба заключается в том, что он не вредит кишечной микрофлоре. При обилии дрожжей в обычном тесте и состав, и количество бактерий в кишечнике может сильно меняться, что приводит к различным расстройствам пищеварения и иногда — к серьёзным дисбактериозам. При употреблении бездрожжевой выпечки таких последствий не возникает.

Ключевые слова: бездрожжевой хлеб, молочнокислые бактерии, органолептические показатели качества, рецептура, технологическая схема.

В целом состав бездрожжевого хлеба сохраняет чуть больше полезных веществ, чем обычный, благодаря тому, что часть сахаров и других веществ не расходуется на питание самих дрожжей. Хотя, доля этих веществ не так у же и велика, и в их число входят в основном сахара, которых в выпечке и так достаточно. Бездрожжевой хлеб — польза для организма: настоящее здоровое питание, большое количество энергии и лёгкость усвоения.

Широкое распространение получили молочнокислые бактерии, которые активно применяются в бездрожжевой закваске для производства хлеба.

Молочнокислые бактерии сбраживают углеводы с образованием кислот и различаются по метаболизму, характеру результатов сбраживания углеводов.

Гомоферментативные бактерии, которые при брожении образуют в основном молочную кислоту и ароматические вещества, некоторые летучие кислоты, этиловый спирт и диоксид углерода. Так, например *Lactobacillus Casei* и *Lactobacillus Plantarum*, демонстрируют быстрое производство молочной кислоты, которое значительно влияет на финальную кислотность теста.

Гетероферментативные бактерии, которые наряду с молочной кислотой образуют значительное количество летучих кислот, в том числе уксусной кислоты, этилового спирта, углекислого газа и других соединений, обуславливающих образование ароматического комплекса. Так, например *Lactobacillus Brevis*, *Lactobacillus Fructivorans* и *Lactobacillus Fermentum* характеризуются низким уровнем окисления. В диапазоне температур от 25 до 35 °C они образуют главным образом молочную кислоту, а при понижении температур от 25 до 20 °C — уксусную кислоту.

Вид *Lactobacillus Plantarum* относится к гомоферментативным видам из подгруппы стрептобактерий. Клетки имеют вид толстых палочек размеров (3–8) x (0,7–1,0) мкм, при этом длина их может меняться в зависимости

от условий среды. При неблагоприятных условиях наблюдаются более вытянутые формы клеток. Клетки расположены поодиночке или короткими цепочками. Зерен волютина в основном не образуют. Колонии средней величины, куполообразные, белые. На средах с мёлом вокруг колоний образуется зона растворения мёла. В хлебопекарном производстве, описаны разновидности данного вида, имеющие вид снежинок (R-форма).

Lactobacillus Plantarum сбраживает много различных сахаров, в том числе мальтозу и сахарозу. Он требует для своего развития богатые среды, содержащие различные углеводы, витамины, аминокислоты. Оптимальная температура для его развития 30 °C. Отличается спиртоустойчивостью, выдерживая концентрацию спирта до 20% [2].

Lactobacillus Plantarum играет основную роль в процессе кислотонакопления при производстве пшеничных и ржаных заквасок.

Вид *Lactobacillus Casei* относится к подгруппе стрептобактерий и является гомоферментативным по характеру брожения. По морфологическим, культуральным и физиологическим признакам он очень близок к *Lactobacillus Plantarum*.

В пределах вида *Lactobacillus Casei* различают три подвиды: *Lactobacillus Casei* var. *Casei*, *Lactobacillus Casei* var. *ghamnosus* и *Lactobacillus Casei* var. *alactosus*.

Первые два из них отличаются тем, что могут развиваться при более высокой температуре до 45 °C. Бактерии вида *Lactobacillus Casei* часто встречаются в заквасках и активно участвуют в кислотонакоплении.

Вид *Lactobacillus Fermenti* является гетероферментативным. Имеет клетки в виде коротких палочек размером (2–3) x (0,5–1) мкм, расположенных поодиночке или цепочками. По культуральным и физиологическим свойствам весьма близок к другим видам подгруппы бактерий. Отличительная особенность этого вида заключается в том, что температурный оптимум роста у него зна-

чительно выше — в пределах 37–40 °С. При 15 °С рост не наблюдается. *Lactobacillus Fermentum* часто встречается в заквасках и является специфическим для хлебопекарного производства [3].

Хлеб готовят по двухфазной схеме (закваска — тесто). Закваска представляет собой смесь ржаной обдирной муки и воды в необходимом соотношении. Влажность закваски составляет 50–60%. Закваску можно считать универсальной, потому что с помощью нее можно изготавливать различные виды хлеба. Кроме того, имеется возможность «перекорма» ржаной закваски в пшеничную, что также может позволить увеличить ассортимент выпускаемой продукции. В заводских условиях данную технологию можно осуществить как при непрерывном способе изготовления хлебобулочных изделий, так при порционном методе изготовления хлеба. Закваску можно готовить в тестоприготовительных агрегатах непрерывного действия бункерного типа, а также в порционных тестомесильных машинах [1].

Для приготовления закваски используют специальный прикорм, содержащий *Lactobacillus acidophilus*, *L. fermentum*, *L. Plantarum*, *L. casei*, *Streptococcus thermophiles*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium Breve*, *Bifidobacterium infantis*. Выведение закваски осуществляется по разведочному и производственному циклам.

Разводочный цикл приготовления закваски состоит из 5 стадий.

— 1 стадия: смешивание воды, ржаной обдирной муки и прикорма в соотношении 1,5:1:0,01.

— 2 стадия (через 24 часа): добавление питательной смеси, состоящей из ржаной муки и воды в соотношении 1:1.

— 3 стадия (через 24 часа): добавление питательной смеси, состоящей из ржаной муки и воды в соотношении 1:1.

— 4 стадия (через 24 часа): добавление питательной смеси, состоящей из ржаной муки и воды в соотношении 1:1.

— 5 стадия (через 24 часа): добавление питательной смеси, состоящей из ржаной муки и воды в соотношении 1:1.

После использования необходимого количества закваски для теста, необходимо возобновить закваску новой

порцией питательной смеси в необходимом соотношении муки и воды.

Для приготовления теста смешивают муку, воду, закваску, соотношение которых определяют расчетным путем, а также солевой и сахарный растворы. Затем формируют тестовые заготовки, подвергают их расстойке и проводят выпечку изделий.

Приготовление теста при порционном методе изготовления хлеба. В дежу дозируют закваску, муку, воду, сахар и соль. Сахар и соль вводят в виде растворов. Замес теста проводят при малых оборотах в течение 15 минут.

После замеса тесто выкладывают в форму для выпекания (для формового хлеба) и отправляют на расстойку (относительная влажность воздуха 85%, температура 40 °С) на 2 часа. Также предварительную расстойку всей массы замешанного теста можно проводить в условиях цеха непосредственно в дежах в течение 1,5 часов. После этого можно формовать тестовые заготовки и отправлять на окончательную расстойку в специальные расстоечные шкафы или конвейерные расстоечные агрегаты.

Выпечку изделий осуществляют при температуре 230 °С в течение первых 15 минут для лучшего прогрева тестовых заготовок, далее при температуре 200 °С осуществляется закрепление формы и допекание изделий в течение 35–40 минут.

В результате сокращается и упрощается технологический цикл (в сравнении с опарными и заварочными способами приготовления хлеба), повышаются качественные показатели готовых изделий, а также снижение затрат на приготовление хлеба.

Пример рецептуры пшенично-ржаного бездрожжевого хлеба из муки пшеничной высшего сорта представлен в таблице 1.

В пробном замесе теста дополнительно добавлялось 300 г воды.

Таким образом, по представленной рецептуре было получено готовых изделий массой 1250 г.

В настоящее время на кафедре «Оборудования и технологий пищевых производств» разрабатывается технологическая инструкция по приготовлению ржаных заквасок с направленным культивированием микроорганизмов, которые могут быть доступны хлебопекарным предприятиям для проведения производственных испытаний.

Таблица 1. Рецептуры пшенично-ржаного бездрожжевого хлеба

Сырье	Масса сырья в натуре, гр.	Влажность, %	Содержание сухих веществ	
			%	гр.
Закваска	400,0	55,0	45,0	180,0
Мука пшеничная в/с	600,0	14,5	85,5	513,0
Соль	15,0	96,5	3,5	14,5
Сахар	10,0	99,85	0,15	9,9
Итого	1025,0	—	—	717,4



Рис. 1. Начальная стадия расстойки



Рис. 2. Окончательная стадия расстойки (спустя 3 часа)



Рис. 3. Готовое изделие

Литература:

1. Ауэрамн, Л. Я. Технология хлебопекарного и кондитерского производства: учебник под редакцией Л. И. Пучковой / Л. Я. Ауэрамн, — СПб.: Профессия, 2005. — 416 с.
2. Патент РФ № 2258372 Российская Федерация, МПК7 А 21 D 8/02. Способ приготовления бездрожжевого хлеба / Л. П. Пашенко, И. А. Никитин, Н. В. Павлова; заявитель ГОУ ВПО «Воронежская государственная технологическая академия». Опубл. 20.08.2005.
3. Патент РФ № 2257086 Российская Федерация, МПК7 А 21 D 8/02. Способ производства заварных сортов хлеба / Н. П. Селиванов; опубл. 27.07.2005.

Программное обеспечение системы автоматизированного проектирования швейных изделий

Мавлонова Ирода Раджаббоевна, ассистент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Программное обеспечение ЭВМ есть совокупность программ, процедур и правил вместе со всей связанной с этими компонентами документацией, позволяющая использовать вычислительную машину для решения различных задач.

В САПР, как правило, применяется много различных пакетов прикладных программ, каждый из которых имеет ориентацию на определенную подсистему САПР. Пакет прикладных программ в свою очередь состоит из модулей, которые являются самостоятельными программными компонентами и предназначены для выполнения определенных процедур. Модульное построение программного обеспечения делает четкой и более уяснимой его структуру, легко адаптируемую к различным условиям функционирования САПР.

Модули в пакетах прикладных программ по назначению делятся на функциональные и оригинальные.

Функциональные модули представляют собой программы, реализующие многократно используемые алгоритмы. Эти модули по функциональному признаку объединяются в несколько групп, называемых библиотеками. Оригинальные модули отражают специфические особенности проектируемого объекта, они не являются типовыми и для каждого объекта должны создаваться заново.

Программное обеспечение машинной графики направлено на управление работой устройств вывода графической информации и содержит следующие группы:

- программы преобразования структур данных прикладных программ в графические образы;
- программы двумерных преобразований элементов графических образов (сдвиг, поворот, масштабирование, отсечение);
- программы генерации команд управления устройствами графического вывода (например, генерация дисплейного списка);

При разработке САПР различных отраслей промышленности вполне возможно использование типовых графических фрагментов из пакетов прикладных программ (ППП). Так, в машинной графике достаточно распространенным является ППП ГРАФОР. Входной язык ППП является расширением языка Фортран и служит интерфейсом между прикладной программой и конкретным графическим устройством. Промышленные САПР, имеющие в своей структуре интерактивно-графический комплекс, могут использовать при необходимости подпрограммы ГРАФОР.

Для САПР швейных изделий характерны сложность объекта, почти полное отсутствие формализации основных подходов и методов проектирования, наличие очень большого объема исходной информации и необходимость постоянного ее обновления. Специфика объектов проектирования швейного производства значительно усложняет не только программное и информационное обеспечение, но и структуру взаимосвязей между ними.

Программы описания лекал одежды оформлены в виде определенных с обеспечить заданные нормы посадки.

Программные модули представляют собой законченные геометрические задачи и могут служить программной основой для создания различных подсистем САПР швейных изделий. Функциональные программы внутри одного пакета должны быть приспособлены для объединения друг с другом в различные целесообразные цепочки, имеющие однотипные маршруты проектирования. В то же время программы разных пакетов не предназначены для совместного исполнения, их связи могут быть только информационными через посредство базы данных САПР. Такое разделение программ определяет и структуру программного обеспечения. В зависимости от цели, назначения или общих элементов математического обеспечения могут быть выделены инвариантные части САПР. К инвариантным частям могут быть отнесены сле-

дующие пакеты прикладных программ: программы управления качеством продукции; программы проектирования базовых основ и типовых конструкций; программы геометрических преобразований; программы проектирования рациональных раскладок; программы выбора технологического процесса сборки и т. д.

Каждая из инвариантных частей ориентирована на несколько конкретных подсистем. Так, программа управления качеством продукции осуществляет связь с подсистемами по изучению потребительского спроса на продукцию, технико-экономического анализа промышленной коллекции, конструктивного анализа и обоснования ассортиментной серии, а программа геометрических преобразований реализует геометрические преобразования в подсистемах технического моделирования, градации лекал, проектирования конструкций по индивидуальным заказам и т. д.

Ведущее место среди компонентов САПР занимает информационное обеспечение. Основной задачей информационного обеспечения является полное, надежное и своевременное поступление всей необходимой информации для решения задач системы при минимальном времени ожидания и наименьших затратах на создание и эксплуатацию. К информационному обеспечению относятся система кодирования и классификации, методические материалы на проектирование и массивы нормативно-справочной документации, предназначенной для различных подсистем.

Исключительно важное значение в рамках информационного обеспечения автоматизированной системы проектирования лекал имеет комплекс специальных словарей, наименований и понятий и принятая система их кодиро-

вания. Система кодирования содержит описание формализованного языка, классификаторы элементов, образующих словарь систем, и инструкции по использованию формализованного языка и заполнению соответствующих документов.

Качественные характеристики объекта выражают в виде кодам т. е. набора цифровых, алфавитных или алфавитно-цифровых символов. В процессе кодирования используются кодировочные таблицы (классификаторы) признаков, в которых зафиксирован результаты классификации объектов по данному признаку.

При разработке классификаторов используется иерархический метод классификации и десятичное цифровое кодирование. Признаки, лежащие в основе классификационного деления, обеспечивают создание таких классификационных группировок, которые исключают возможность дублирования. Качество проекта новых моделей одежды во многом зависит от качества проведения анализа возможных вариантов решения моделей-аналогов, разработанных ранее, и установления целесообразности создания новой модели.

Для проведения анализа необходимы картотеки аналогов, включающие информацию как о изделии в целом, так и о всех его деталях и тех параметрах, которые могут представлять интерес для конструктора при проектировании новых моделей. Для швейных изделий целесообразно создавать классификаторы для описания внешнего вида моделей одежды и отдельно классификатор на детали. Первый необходим для составления картотеки моделей — аналогов, второй — для создания массивов деталей в банке данных системы.

Форма 5.1. Карточка для задания модели в картотеке моделей-аналогов. Шифр модели 2241312...

Наименование детали	Код детали
Передняя часть полочки	112
Боковая часть полочки	131
Кокетка	151
Верхний воротник	411
Боковой карман	532
Верхняя часть рукава	330
Нижняя часть рукава	340
Кокетка спинки	251
Средняя часть спинки	222
Боковая часть спинки	231
Нижняя часть спинки	262
Хлястик	611

Информация о моделях — аналогах и деталях определенное время может храниться в памяти ЭВМ и в любое время может быть выведена на внешнее устройство типа

дисплея, графопостроителя. В случае морального старения информация может заменяться новой.

Номер исходной модели (регистрационный)	Возрастная группа	Рост	Размер	Полнотная группа	Базовый размер-рост
Г 2616-83	Младшая	158-176	88-104	2-я	170-100-88

Картотека моделей-аналогов комплектуется из карточек моделей (форма 5.1), которым присваивается определенный шифр.

В левой части карточки дается зарисовка модели, в правой указываются порядковый номер модели, шифр модели по классификатору без трех последних разрядов (2241312...) и коды входящих в модели деталей. Три последние цифры шифра предназначены для регистрационного номера модели на предприятии или в Доме моделей. Внизу указываются номер исходной модели, возрастная группа, рекомендуемые размерности и базовый размер.

При классификации деталей швейного изделия возникает задача описать в цифровой форме не только наименование каждой возможной детали, но и характер ее контуров. Кроме того, одноименные детали могут быть из основного, подкладочного и прокладочного материалов. Ряд мелких деталей может принадлежать одной крупной

детали: кокетка, средняя часть спинки, нижняя часть спинки (если спинка на кокетке и отрезная по линии талии). В связи с этим необходимо выделение в классификаторе различных позиций, характеризующих конструктивное решение детали и ее назначение. Информация должна включать: наименование деталей и вид материала, наименование мелких деталей и составных частей основных деталей, характеристику конструктивного решения каждой выделенной детали изделия.

В основу классификатора деталей швейного изделия положен также принцип иерархической структуры. Конструктивным точкам срезов деталей, соединяемых в процессе стачивания, присваивают одинаковые номера.

Для считывания координат точек лекал деталей принята единая для всех деталей система отсчета относительно осей координат, расположенных вне контура детали. Обход контура при считывании производят, как правило, по часовой стрелке.

Литература:

1. Камилова, Х. Х. и др. Методические рекомендации по пользованию САПР одежды фирмы GERBER. ТИТЛП. — Ташкент. 2002.
2. Ташпулатова, М. Б., Бахронова Д. М. Основные принципы системы автоматизированного проектирования швейных изделий. Молодой учёный. Международный научный журнал. № 7 (111). — Казань, 2016. — с.173–174.
3. Норенков, П. А. Система автоматизированного проектирования. В 9-книгах. — М., 1996.
4. Москаленко, Н. Г. Учебно-методический комплекс дисциплины «САПР одежды». Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2007. — 194с.

Перспективы строительства Трансконтинентальной магистрали

Матвеева Екатерина Валерьевна, студент;
Корнякова Елизавета Дмитриевна, студент
Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого

Мост/тоннель через Берингов пролив — проект соединения Евразии (Чукотки) и Северной Америки (Аляски) на/под Беринговым проливом (Рис. 1). Планируется, что это будет самый длинный тоннель для транспорта и трубопроводов, обеспечивающий поставки электроэнергии и энергоносителей в Северную Америку. Проект, который находится под координацией России, США и Канады, потребует около 10–15 лет на реализацию и около \$65 млрд. [1,2,3].

Проект предусматривает создание транспортного коридора протяжённостью 6 тыс. км. Часть будет проходить по тоннелю длиной в 64 км длиной, что почти в два раза превышает протяжённость подводной части тоннеля под проливом Ла-Манш. Стоимость тоннеля составит около \$10 — \$12 млрд. Остальная часть пойдёт на строительство транспортного коридора. Тоннель будет состоять из трёх секций: высокоскоростной железной дороги, автомо-

бильного шоссе, трубопровода и ЛЭП. Также будут проложены кабели оптоволоконной связи [4,5,6].

Идея создания проекта магистрали, которая будет соединять Евразию и Северную Америку, возникла ещё в конце девятнадцатого века: губернатор штата Колорадо Уильям Гилпин предложил соединить два континента железнодорожной паромной связью, но получил отказ от русского правительства. В 90-е годы в Вашингтоне была создана Международная некоммерческая корпорация «Interhemispheric Bering Strait Tunnel and Railroad Group» (IBSTRG). В Москве было создано российское отделение «IBSTRG» — «Трансконтиненталь», и создан Координационный научно-технический центр. Сейчас проект разрабатывается в полную силу. Ожидается, что строительство мультитранспортного коридора окажет положительное воздействие на интенсификацию Сибири и Дальнего Востока [7,8,9,10]. Предпосылки строительства ТКМ [11,12]:

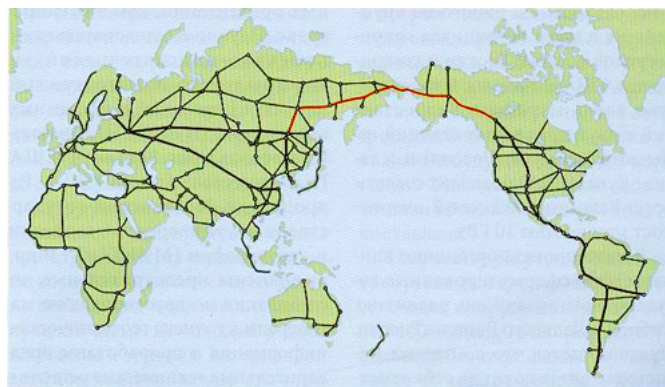


Рис. 1. Трансконтинентальная железнодорожная магистраль и мировая транспортная сеть

1. Переключение большей доли грузооборота в рассматриваемом регионе на ТКМ, что обеспечит поступление доходов за счёт транзита грузов.

2. Это позволит задействовать огромный потенциал гидроресурсов востока России.

3. Для российских компаний откроется доступ к крупнейшим месторождениям полезных ископаемых.

4. Подъём инфраструктуры, появление новых рабочих мест.

5. Выгодно для международной торговли: между странами ЕС и АТР ежегодно курсируют около 6 млн. контейнеров.

6. Укрепление русско-американских отношений в долгосрочной перспективе и расширение двустороннего сотрудничества.

7. Транспортное сообщение между Аляской и нижними 48-ю штатами, через запад Канады, будет иметь благоприятное воздействие на Аляску, западную часть Канады и тихоокеанский северо-запад США.

8. В Восточной Сибири, в одном из наименее населённых регионов мира строительство транспортных коммуникаций послужит толчком для активизации экономики, будет способствовать заселению этого региона.

За последние годы была выполнена обширная международная программа работ. Были задействованы про-

ектные, научно-исследовательские и учебные организации [1,4,7,11,13,14,15,16]. Выполнены исследования по трассированию магистрали, разработаны предварительные технические решения тоннеля под Беринговым проливом и топливно-энергетическая концепция проекта. В Американской ассоциации инженеров железных дорог была создана техническая группа по изучению данного вопроса, которая пришла к выводу о возможности реализации проекта. Заинтересованность также проявили Япония и КНР.

Основная часть

Тоннель: Ширина самого узкого места Берингова пролива составляет примерно 90 км. По разным оценкам, длина тоннеля может достигать от 100 до 110 км. Строительство облегчает наличие двух островов посередине: Ратманова и Крузенштерна (Большой и Малый Диомиды, рис. 2). Геологические условия благоприятны для строительства ТКМ: небольшая глубина (18, максимум 54 м в прибрежьях Аляски), устойчивые грунты, присутствие гранитов и прочных известняков. Всего 10% от общей длины тоннеля (10–11 км) приходится на участки с неблагоприятными условиями строительства. Предполагается, что глубина залегания тоннеля будет составлять около 80 метров под дном пролива.

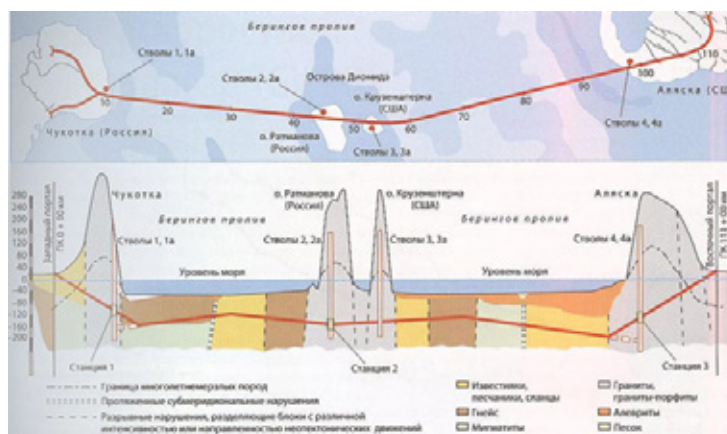


Рис. 2. Трасса тоннеля под Беринговым проливом

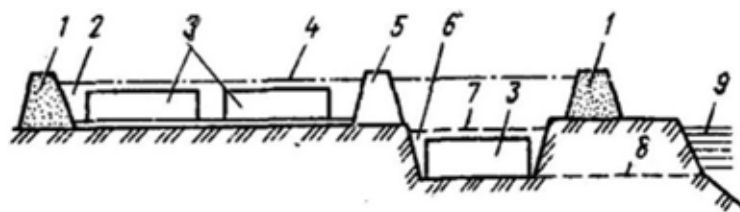


Рис. 3. Схема изготовления опускных секций в доке-шлюзе: 1 — ограждающие дамбы; 2 — док; 3 — тоннельные секции; 4 — уровень воды при затоплении дока; 5 — перемычка; 6 — шлюз; 7 — уровень воды в шлюзе при выводе секций; 8 — протока для выводов секций в русло; 9 — русло водотока

Рассматривается вариант построения сначала пилотного тоннеля, которое должно начаться с обоих континентов и с обоих островов одновременно. Далее планируется построить основной тоннель. Пилотный и сервисный тоннели будут обеспечивать вентиляцию и водоотвод. Существует несколько вариантов строительства тоннеля, например, методом погруженного тоннеля и с помощью тоннелепроходческого комплекса (ТПК) [17]. Метод погруженного тоннеля: Вся конструкция строится на суше, затем её отдельные части погружают в воду и собирают. Эта технология подходит для арктических условий, в которых и располагается Берингов пролив. Сначала строится сухой док из отдельных блоков (рис. 3). Затем блоки опускают на воду, располагают в соответствии с рельефом морского дна и погружают на дно.

После того, как будет завершено строительство секций и установлены временные перегородки на торцах, тоннельные элементы транспортируются к месту установки. После того, как тоннельные элементы перемещены к месту установки, их последовательно погружают в воду. Тоннельный элемент с положительной плавучестью погружается балластом (водой) и опускается в готовую траншею с помощью подъёмных кранов, установленных на баржах (рис. 4).

На одном из торцов секции устанавливается резиновая прокладка. Её назначение состоит в том, чтобы герметизировать соединения между двумя смежными секциями, то есть обеспечить водонепроницаемость сооружения. Преимущества метода погруженного тоннеля:

1. Длина тоннелей, построенных из опускных секций, намного меньше длины тоннелей, построенных с помощью ТПК, что уменьшает стоимость строительства.

2. Элементы подводных тоннелей собираются на суше, что позволяет сделать различные поперечные сечения. В отличие от этого, поперечные сечения тоннелей, построенных с помощью ТПК, имеют в основном круглую форму.

3. В отличие от тоннелей, сооружаемых щитовым способом, этот метод предусматривает строительство элементов на суше, что позволяет упростить сам процесс строительства, улучшить контроль качества, избежать многих непредвиденных проблем, которые могут возникнуть при строительстве с помощью ТПК под водой.

Метод строительства тоннеля с помощью тоннелепроходческого комплекса (ТПК): Для постройки тоннеля под Беринговым проливом придётся преодолеть около ста километров арктических скал по дну океана. Это стало возможным благодаря ТПК. Гидравлические рычаги обеспечивают выравнивание тоннеля и направляют режущий диск. С каждым его оборотом ТПК продвигается вперёд, пока рычаги полностью не выпрямятся. После этого режущий диск выключают, рычаги фиксируют, и строители прокладывают следующую часть тоннеля, выравнивая её с помощью рычагов, чтобы сделать следующий шаг вперёд (рис. 5).

Проходку основного тоннеля намереваются начать после выхода пилотного тоннеля к вентиляционным стволам на островах. Для проходки предусматривается использование проходческих машин, которые успешно справились с работами в подводных и других тоннелях в сложных геологических и гидрогеологических условиях в разных странах мира. Также предстоит создать установки

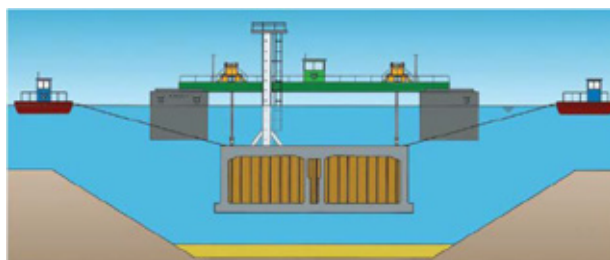


Рис. 4. Процесс погружения секции тоннеля в готовую траншею

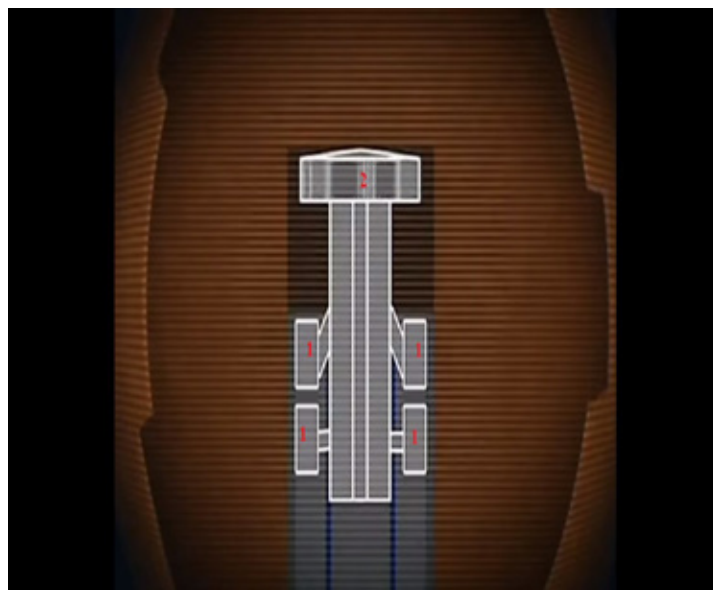


Рис. 5. Схема работы тоннелепроходческого комплекса: 1 — гидравлические рычаги; 2 — режущий диск

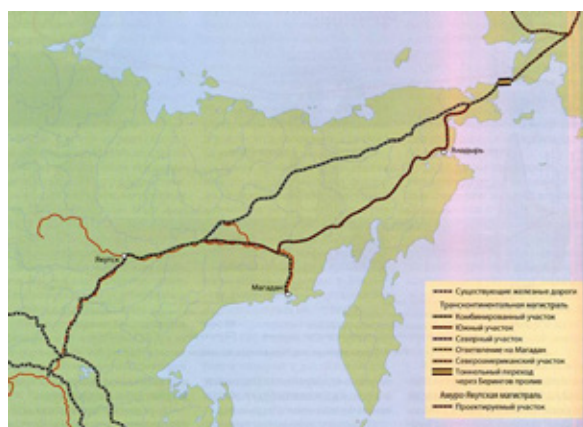


Рис. 6. Варианты пролегания трассы дороги к Берингову проливу

для предупреждения поступления холодного воздуха в тоннель в связи с непростыми климатическими условиями.

Трасса будет пролегать от Якутска до Среднеколымска и далее на Чукотку. Существуют два варианта дороги от Якутска до Берингова пролива (Рис. 6)

1. Северный. Идёт в широтном направлении на Чукотку.

2. Южный. Проходит рядом с автомобильной дорогой Якутск-Магадан.

Первый вариант на 400 км короче, но преимущество второго варианта в расположении: трасса совпадает с будущей железной дорогой на Магадан.

Выводы

Таким образом данный проект несмотря на дороговизну и сложность, является проектом, позволяющим от-

крыть в будущем новые горизонты развития, не только касающиеся технического прогресса, но также экономической стороны. В первую очередь трансконтинентальная магистраль — это связь двух материков, двух государств: России и Америки. ТКМ позволит улучшить инфраструктуру обеих стран, обеспечит подъём товарооборота, поможет в развитии Аляски, Сибири и др.

Рассматривая техническую сторону строительства тоннеля, можно сделать заключение, что из предлагаемых вариантов, наиболее приемлемым является метод построения с помощью ТПК (тоннелепроходческого комплекса), несмотря на большие материальные затраты. Так как дно Берингова пролива имеет скалистый характер, метод погружённого тоннеля, несмотря на простоту и выгоду своего использования, в данном случае может вызвать множество проблем и сложностей, которые потребуют больших сил и затрат.

Литература:

1. Нехорошков, Е. В. Оценка ожидаемой эффективности уникальных инвестиционно-строительных проектов (на примере Трансконтинентальной магистрали через Берингов пролив): Автореф. дис. канд. эконом. наук. — Новосибирск: 2005. — 24 с.
2. Лазарев, Ю. Г., Сеницына Е. Б. Основы совершенствования транспортной инфраструктуры / Ю. Г. Лазарев, Е. Б. Сеницына // Техника-технологические проблемы сервиса — СПб: 2013. № 2 (24), с. 92–93.
3. Лазарев, Ю. Г. Транспортная инфраструктура (Автомобильные дороги). Монография — LAP LAMBERT, Германия: 2015. 173 с.
4. Нехорошков, Е. В. Роль Трансконтинентальной магистрали через Берингов пролив в региональном развитии экономики // Вопросы экономики и права. — 2012. — № 3. — с. 318–321.
5. Лазарев, Ю. Г., Сеницына Е. Б. Современное состояние проблемы совершенствования транспортной инфраструктуры / Ю. Г. Лазарев, Е. Б. Сеницына // Техника — технологические проблемы сервиса. — СПб.: 2013. № 4 (26), с. 71–74.
6. Ватин, Н. И., Производство работ. Определение продолжительности строительства водотранспортных сооружений / Н. И. Ватин, Г. Я. Булатов, Т. Ф. Морозова, А. В. Улыбин // Учебное пособие: СПб, СПбПУ, 2013. 116 с.
7. Воскресенский, И. В. К обоснованию концепции развития транспортной инфраструктуры Сибири и дальнего Востока. Политранспортные системы. — Тезисы Международной научно-технической конференции в рамках года науки России — ЕС «Научные проблемы реализации транспортных проектов в Сибири и на Дальнем Востоке». — Новосибирск: изд. СГУПС, 2014. с. 20–22.
8. Лазарев, Ю. Г., Новик А. Н., и др., Изыскания и проектирование транспортных сооружений: Учебное пособие / Ю. Г. Лазарев, А. Н. Новик, А. А. Шибко, В. Г. Терентьев, С. А. Сидоров, С. А. Уколов, В. А. Трепалин / СПб.: ВАТТ, 2008. 392 с.
9. Лазарев, Ю. Г., Строительство автомобильных дорог и аэродромов: Учебное пособие. / Ю. Г. Лазарев, А. Н. Новик, А. А. Шибко, С. В. Алексеев, Н. В. Ворончихин, А. Т. Змеев, С. А. Уколов, В. А. Трепалин, С. В. Дахин, В. Т. Колесников, Д. Л. Симонов // СПб.: ВАТТ. 2013. 528 с
10. Лазарев, Ю. Г., Собко Г. И. Реконструкция автомобильных дорог: Учебное пособие. СПб. 2013. 93 с.
11. Воскресенский, И. В., Воскресенская Т. П. Россия и всемирная сухопутная транспортная сеть // Вестник УрГУПС. 2014. № 4 (20). с. 26–31.
12. Лазарев, Ю. Г., Громов В. А. Современные требования к обеспечению потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог // В сборнике: Инновационные технологии в мостостроении и дорожной инфраструктуре. Материалы межвузовской научно-практической конференции. 2014. с. 102–109.
13. Ватин, Н. И., Моделирование набора прочности бетона в программе ELCUT при прогреве монолитных конструкций проводом / Н. И. Ватин, М. О. Дудин, Ю. Г. Барабанщиков // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 2 (54). С. 33–96.
14. Lazarev Yu. G., Research of processes of improving soil properties based on complex ash cement binder / Yu. G. Lazarev, G. Sobko, M. Chakir // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vols. 584–586. Pp. 1681–1686.
15. Lazarev Yu. G., Effectiveness of Soil Reinforcement Based on Complex Ash-Cement Bonder Applied Mechanics and Materials / Yu. G. Lazarev, M. F. Chakir, E. N. Syhareva, Y. A. Ibraeva // Applied Mechanics and Materials. 2015. Vols. 725–726. Pp. 208–213.
16. Лазарев, Ю. Г., Обоснование деформационных характеристик укрепленных материалов дорожной одежды на участках построечных дорог. / Ю. Г. Лазарев, П. А. Петухов, Е. Н. Зарецкая / Вестник гражданских инженеров. 2015. № 4 (51). с. 140–146.
17. Нгуен Ван Хунг. Методы расчёта тоннелей, выполненных из опускных секций, на сейсмические воздействия: Автореф... дис. канд. техн. наук. — Москва: МГУПС (МИИТ), 2015. — 139 с.

Разработка технологии и средств механизации при планировке орошаемых земель в условиях Туркменистана

Матниязов Бяшим Каландарович, преподаватель

Туркменский сельскохозяйственный университет имени С. А. Ниязова

Данатаров Агахан, кандидат технических наук, главный специалист
Туркменский Государственный комитет по охране окружающей среды и землеустройства

Мамедов Сапаргылыч, студент

Туркменский сельскохозяйственный университет имени С. А. Ниязова

Ключевые слова: технология планировки орошаемых земель, агротехника, почва.

Keywords: technology of planning of planning of the irrigated earths, agrotechnics, soil.

Планировка земель-выравнивание поверхности земель при рекультивации, а также в целях обеспечения равномерного распределения влаги по поверхности при орошении. Планировка орошаемых земель позволяет: значительно улучшить качество полива сельскохозяйственных культур и промывок засоленных почв; повысить производительность труда на поливе; нормализовать использование орошаемой площади, оросительной воды и естественных осадков; повысить качество сельскохозяйственных работ (вспашка, посев, уход, уборка) и эффективность использования сельскохозяйственных машин; повысить эффективность внесенных удобрений; снизить затраты на строительство оросительной сети. Все это в конечном итоге повышает в 1,5–2 раза урожай сельскохозяйственных культур, снижает себестоимость их продукции.

Орошение поверхностным поливом и дождеванием требует предварительной подготовки земель, от которой зависит рациональное использование орошаемых земель. Эксплуатация орошаемых земель без планировки ведет к изменению микрорельефа поверхности, уменьшению производительности труда и снижению качества поливов. Потери урожая находятся в прямой зависимости от сложности микрорельефа.

Просадочные деформации на орошаемых площадях, особенно в первые годы их эксплуатации, являются причиной резкого изменения микрорельефа поверхности земель и, как следствие этого, падение урожайности культур и, нередко, выпадение части площадей из сельскохозяйственного оборота. Величина просадки при увлажнении (поливе) составляет от 10–15 см до 1,5–2,0 метра, и при этом развивается она весьма не равномерно [11]. Планировка поверхности земли обеспечивает увеличение урожайности культур от 10–15% до 1,5–2 раз. Экономическая целесообразность проведения планировочных работ подтверждается как отечественными, так и зарубежными учеными [3]. Главными задачами данной исследования является разработка экспериментально-теоретических основ для выбора схем планировочных агрономелиоративных машин, определения их рациональных параметров

и оптимальной технологии, создание экспериментальных образцов системы таких машин и проверка состоятельности теоретических предпосылок в ходе широкого производственного внедрения для орошаемых земель.

Капитальная планировка производится в период освоения при сооружении новых оросительных систем с использованием тяжелых планировщиков, скреперов, грейдеров, бульдозеров и повторяется через несколько лет по мере нарушения поверхности почвы. При планировке земель с повышенных участков поверхности срезаются и засыпаются в пониженные. В процессе планировки в необходимых случаях создаются небольшие уклоны. Капитальная планировка приводит к нарушению почвенного покрова и понижению плодородия почв на срезках. Сплошная планировка методом срезок и засыпок имеет ограничения, нормы срезок определяются мощностью плодородного гумусового слоя. Как правило, не допускается срезка гумусового горизонта более чем на половину мощности этого слоя. При малой мощности гумусового горизонта и больших различиях в физических, биохимических и др. свойствах верхнего пахотного и подпахотного горизонтов проводятся особые виды планировок: кулисная, с предварительной срезкой и буртованием гумусового горизонта, затем выравниванием поверхности и потом равномерным распределением ранее срезанной почвенной массы по поверхности.

С освоением новых земель со сложным рельефом и большим перепадом высоких и низких поверхностей при планировках затрагивается значительная мощность почвенного профиля, нередко срезается не только гумусовый, но и нижерасположенные горизонты. Для таких почв, как сероземы на лессах, такая планировка не имеет катастрофических последствий: лесс имеет хорошие физические и другие свойства и легко окультурируется. Со временем плодородие на срезках и насыпках выравнивается. В других случаях, когда при планировках обнажались каменистые или другие бесплодные слои, использование таким образом спланированных земель под орошение становилось невозможным, в результате земли забрасывали или проводили дорогостоящие работы по рекультивации поч-

венного покрова. Поэтому проведению капитальных планировок должны предшествовать специальные изыскания и составление проектов.

Капитальную планировку выполняют в следующем порядке: подготовка поверхности поливного участка; производство геодезических работ; проектирование планировочных работ; строительная разбивка; производство планировочных работ.

В состав работ по подготовке поверхности поливного участка входят: очистка площади участка от камыша, сорняков, пожнивных остатков, кустарника, пней и камней; вспашка и боронование поверхности участков со сложным микрорельефом, с последующими проходами (1–2) длиннобазового планировщика; сглаживание поверхности участков старопашотных земель 1–2 проходами тяжелого грейдера или длиннобазового планировщика без предварительной вспашки и боронования.

В зависимости от рельефа, условий командования и способа полива различают капитальную планировку под топографическую поверхность или наклонную плоскость и под горизонтальную плоскость для поливов затоплением.

Для уменьшения объема планировочных работ проектирование ведут с наибольшим приближением к существующему рельефу, т. е. под топографическую поверхность. Планировку под наклонную плоскость осуществляют при сложных почвенно-мелиоративных условиях. Поверхность рисовых чеков при поливе затоплением планируют под горизонтальную плоскость.

Объем капитальных планировочных работ колеблется в больших пределах — от 50 до 600 м³ на 1 га и более — и зависит от микрорельефа планируемых земель. За неделимую проектную площадку принимают поливной участок до 40 га, ограниченный постоянными каналами оросительной сети. Проектирование внутрихозяйственной оросительной сети, как правило, совмещают с проектом планировочных работ с тем, чтобы нарезку оросителей проводить по спланированной поверхности.

Проектирование ведется на основе высотно-плановой съемки в масштабе 1:2000 с опорной геодезической сетью в виде квадратов размером 200х200 и сети 100х100м, стороны которых соответственно параллельны и перпендикулярны направлению полива. Такой план служит основой для составления рабочих чертежей капитальной планировки. Рабочие чертежи на планировочные работы составляют в виде продольных профилей или топографических планов.

В районах хлопкосеяния основными способами полива сельскохозяйственных культур являются самотечные поверхностные поливы по бороздам, напуском и затоплением. Рабочий чертеж планировки поливного участка, составленный по профилям, состоит из базисной линии, провешенной, как правило, перпендикулярно основному направлению полива, с разбивкой на базисе пикетажа через 20м. Базис располагают за верхней границей поливного участка или у основания приканальной дамбы внутрихозяйственного распределителя, в 10м от нее или на гребне дамбы.

Перпендикулярно базису, по направлению поливов, через каждые 20м назначают параллельные створы, на которых разбивают пикетаж через 20м; масштаб створов 1:2000. Затем по створам в каждой точке выписывают отметки поверхности земли, на основе которых вычерчивают совмещенные с планом продольные профили с вертикальным масштабом 1:100 или 1:50. На продольные профили наносят линии проектной поверхности планируемого участка с учетом сбалансирования объема срезок и подсыпок на каждой полосе или смежным полосам, не допуская уступов поперек полос, а тем более обратных уклонов. Объем срезок и подсыпок балансируют так, чтобы объем срезок на 10–15% был больше объема подсыпок, так как верхний срезаемый слой почвы более рыхлый, чем подпочва, отметки поверхности срезок после вспашки поля повышаются, а подсыпки оседают.

Эксплуатационная планировка — это ежегодная легкая обработка поверхности земли, предусматривающая выравнивание относительно небольших неровностей. Ее иногда называют и сезонной планировкой. При проведении вспашки образуются большие комья земли, которые нужно измельчить, а также выровнять неровности поля. Текущая планировка проводится длиннобазовыми планировщиками или молованием с легким выравнивающим эффектом.

Недостатком планировочных работ, проводящихся длиннобазовыми или короткобазовыми планировщиками, являются возникающие неровности на поверхности поля, которые превышают длину базы машин.

Эксплуатационной планировкой устраняют мелкие неровности поверхности почвы, возникающие при обработке почвы в результате проходов машины, остатков временной оросительной и осушительной сети. Поэтому на орошаемых полях даже после капитальной планировки необходимо ежегодно проводить эксплуатационную планировку. Выравнивать поле необходимо перед посевом, культивацией, после вспашки на зябь и в других необходимых случаях. На планировке после вспашки поля наиболее эффективно применять длиннобазовые планировщики, грейдеры и выравниватели.

Эксплуатационная планировка выполняется как агротехническое мероприятие перед посевами хлопчатника с целью сохранения рельефа, созданного при капитальной планировке.

Эксплуатационную планировку поверхности полей проводят регулярно перед посевом хлопчатника, используя различные планировочные орудия и один раз в 2–3 года — длиннобазовыми планировщиками. При эксплуатационной планировке поверхности полей ликвидируются мелкие впадины и возвышения, разъемные борозды, свальные гребни и другие неровности. Поверхность разрыхленного на глубине 5–7см поля выравнивают за 1–2 прохода машины.

Эксплуатационную планировку ежегодно проводят для устранения мелких неровностей поля. При эксплуатационной планировке производят вспашку и выравнивание

поверхности орошаемого поля. Осенью ее проводят после вспашки поля под зябь, весной — перед посевом.

Допустимая срезка грунта при планировке земель. Во время планировки на части площади срезают верхний, наиболее плодородный слой почвы. Чем больше глубина срезки почвы, тем ниже ее плодородие.

На сероземах в Средней Азии естественное плодородие восстанавливается на второй-третий год после планировки, а если внести органические и минеральные удобрения на места срезов до 60 см, то урожайность хлопчатника в первый же год почти полностью восстанавливается.

Для получения высоких урожаев хлопчатника первоочередной необходимостью является рациональное расходование и равномерное распределение поливной воды по полю. Хорошо выровненная поверхность поля позволяет при поливе сократить расход воды в 2–2,5 раза [5], по сравнению с нормой на невыравненном участке за счет более равномерного увлажнения почвы на всем массиве. Основным преимуществом планировки полей следует считать то, что на поле с ровной поверхностью возможно осуществить открытый полив по длинным бороздам.

Практика показывает, что высококачественная планировка поливных участков полностью позволяет механизировать междурядную обработку культур и в комплексе с другими агротехническими мероприятиями получить значительную прибавку урожая.

На выровненных участках значительно сокращается время проведения полива, а значит — повышается производительность труда поливальщиков. Как показал опыт работы, производительность труда поливальщика на поливе по бороздам на неспланированных орошаемых участках составляет 0,43–0,5 га за смену, а на хорошо спланированных — 1,8–2 га [1].

На спланированном участке поливальщик может управлять большим поливным током — 70,80 л/с, а на не спланированном участке трудно управлять поливным током даже в пределах 20 л/с [4]. Одним из важнейших достоинств спланированных полей надо считать одновременное наступление спелости почвы после поливов. Это обстоятельство играет решающую роль в агротехнике, так как обеспечивает возможность проводить высококачественную междурядную обработку и способствует повышению производительности тракторных агрегатов. На не спланированном поле после полива приступать к культивации можно лишь тогда, когда подсохнут все низины, а остальная площадь за это время пересыхает [8].

Опыты показывают, что с запозданием культивации на 6 дней после наступления спелости почвы, урожай хлопка снижается до 1,92–2,6 ц/га [9].

Чем быстрее приступают к рыхлению почвы в момент ее спелости, тем больше остается влаги на поле [2].

Хорошая планировка имеет весьма существенное значение в борьбе с засолением почвы (качество промывки находится в прямой зависимости от спланированности промываемого поля). Планировка предотвращает подъем

уровня грунтовых вод и нежелательный вынос солей на поверхность [6]. От качества планировки зависит и продолжительность затопления участков, подготовленных для проведения промывных поливов. Хорошо спланированные площадки затопляются за 1–2 суток и осушаются за 5–6 дней, плохо спланированные — затопляются за 4 суток, осушаются более 10 дней [6].

Высококачественная планировка существенно повышает коэффициент земельного использования орошаемых площадей, — производительность труда тракторных агрегатов и улучшает условия труда на последующих работах, а также уменьшает эрозию почвы. Все это в конечном итоге повышает урожай хлопчатника, что дает большой экономический эффект. Между тем, до сих пор не имеется определения целей и рациональной технологии планировки орошаемых земель, хотя оно очень важно для практического руководства. Отсутствие такого определения приводит к тому, что целый ряд действий при планировке не всегда находит свое научное объяснение.

Начало излагаемого ниже комплекса исследований в 50-х годах совпало с резким увеличением объемов эксплуатационной планировки и одновременно с широким внедрением специализированных длиннобазовых планировщиков (ДБП) взамен ранее применявшихся планировочных машин общестроительного назначения.

Применявшаяся до наших исследований технология эксплуатационной планировки носила очевидные «наследственные» черты строительной технологии: большое число проходов, малые скорости движения, узкий захват. Типичные сельскохозяйственные операции; предпосевное и предпланировочное рыхление, были технологически и конструктивно отделены от планировки, что приводило к дополнительному увеличению числа проходов.

Параметры планировщиков: длина базы, жесткость рамы — также были целиком заимствованы из практики планировки, оптимальной для наших условий. В статистической динамике планировочных машин, развившейся в 60-е годы, доминировали представления об абсолютной жесткости конструкции ДБД и второстепенной роли деформаций грунта и рамы в процессе планировки. Отсутствовали научно-обоснованные рекомендации по схемам движения и поворотов ДБП. Большой комплекс сопутствующих работ не был механизирован и выполнялся либо вручную, либо с применением кустарных средств, не являющихся механизмами в строгом смысле этого слова и неоптимальных по параметрам.

После планировки увеличивается коэффициент использования земель (КЗИ) для хлопковых зон с 54,6 до 95 % (Х. К. Газиев, 1955; П. Б. Аракелов, 1974), а в условиях выращивания риса до 0,87...0,90 (Х. А. Ахмедов, 1973; Ф. А. Бараев, 1982). Повышается урожайность хлопчатника до 80 %, а производительность труда поливальщиков от 2,5 до 5,8 га в смену. Поливные нормы уменьшаются до 2 раз [11].

Актуальность излагаемых исследований определяется необходимостью устранения перечисленных недостатков

на основании комплексного исследования всех агротехнических, технологических и технико-экономических аспектов проблемы.

Основная цель настоящей работы-разработка и исследование нерешенных вопросов технологии планировки, комплексной механизации, в их взаимосвязи со всеми агрономическими и экономическими последствиями планировки. Усовершенствовать технологию и определить конструктивные и функциональные параметры технических средств [10]. Установить технико-экономической эффективности применения разработанной технологии.

В соответствии с комплексным характером проблемы, исследование велось на стыке агротехники, технологии и теории планировочных машин.

Для решения поставленной цели нами необходимо решение следующие задачи:

1. Проводить системный анализ, современного уровня и значения технологии эксплуатационно-планировочных работ.

2. Обосновать требования к технологии и средствам механизации планировки: точность планировки, количество проходов, схему поворотов, схему и скорости движения, ходовую часть, параметры рабочих органов.

3. Обеспечить крошению и рыхлению почвы.

4. Обеспечить перемешиванию почвы и планировки поля.

5. Обеспечить регулирования угла поперечного уклона планируемой поверхности.

6. Исследовать все агротехнические последствия планировки, ее влияние на структурно-механический состав почвы, физико-механические процессы в почве.

7. Исследовать, экспериментально проверить и уточнить теорию рабочего процесса планировщика.

8. Разработать комплекс машин и механизмов, исключающих ручной труд на планировке и всех сопутствующих планировке операциях.

9. Исследовать результат фенологических наблюдений: всходы хлопчатника; начало бутонизации; цветения; созревания; рост; развитие и урожайность хлопчатника.

Литература:

1. Анисимов, К. П. О некоторых положениях технических условий на планировочные работы. Гидротехника и мелиорация, 1960, JB 9, с. 15-18.
2. Ахмеджанов, М. А. Планировка полей и урожайность сельскохозяйственных культур. -Ташкент.: Изд-во ЦК Компартии Узбекистана, 1969, с. 8–20.
3. Братишко, В. И. Технология и технические средства проектирования планировки орошаемых земель Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Новочеркасск — 2007
4. Брусенцев, В. Ф. Планировка просадочных почв в Голодной степи. Хлопководство. 1962, 4, с. 47–49.
5. Бударин, И. И. Из американской практики планировки орошаемых земель. Гидротехника и мелиорация. 1959, вып. 5, с. 60–62.
6. Качинский, Н. А. Основные вопросы обработки почвы. Почвоведение, 1945, № 5, с. 354–361.
7. Кондратюк, В. П. Обработка почвы под посев хлопчатника в Средне-Азии. -Ташкент.: 1972, с. 46–84.
8. Лазарев, С. Ф. Микробиологическая оценка почв. Хлопководство, 1964, № 9, с. 50–52.
9. Мельничук, П. П. Воздухоёмкость пахотного горизонта и влажность почвы. Краткие сообщения Уманского сельскохозяйственного института. -Умань.: 1947, № 1, с. 20–24.
10. Патент № ТМ654 Е02 F 3/64, А01В 33/02 А01В 49/02 (2006.01) Скрепер-планировщик. Б.К. Матниязов 10.08.2015.
11. Салимов, Т. О. Совершенствование технологий планировки орошаемых земель в аридной зоне. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Душанбе 2004.

Расчет гетеродинного генератора миллиметрового диапазона на диоде Ганна

Межунц Татул Ваграмович, студент;

Малышев Игорь Владимирович, кандидат технических наук, доцент;

Ахалая Давид Амиранович, студент

Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета

Конструирование диодных генераторов миллиметрового диапазона осложняется малой длиной волны. В этом диапазоне не только диод, но и отдельные элементы его корпуса и устройства крепления в резонаторе проявляют свойства систем с распределенными параметрами. В этом диапазоне даже при качественном анализе нельзя разделить генератор на две отдельные части (диод и внешнюю электромагнитную цепь) и приходится рассматривать электродинамическую систему в целом. При этом задача моделирования генератора сводится к решению системы уравнений Максвелла с нелинейными коэффициентами и сложными граничными условиями. Решение такой задачи численными методами при

определенных упрощающих предположениях и допущениях применительно к некоторым определенным наиболее распространенным элементам и типам конструкций позволило определить эквивалентные схемы и при экспериментальном определении их параметров разработать определенную методику проектирования именно этих конструкций [2, 3]. При этом необходимо заметить, что представление параметров корпуса диода сосредоточенными частотно-независимыми ёмкостью и индуктивностью допустимо, если диаметр корпуса меньше $\lambda/4$ [4], где λ – длина волны.

Полученные эквивалентные схемы отличаются большой сложностью, и анализ генераторов на их основе требует, как правило, применения ЭВМ.

Обобщенная схема теоретического анализа генератора миллиметрового диапазона сводится к следующей последовательности:

- определение эквивалентной схемы в результате решения электродинамической задачи с определенными граничными условиями;
- экспериментальное определение параметров этой схемы;
- численный расчет генератора на основе полученной эквивалентной схемы.

Наиболее предпочтительными в миллиметровом диапазоне длин волн представляются волноводные генераторы. К их достоинствам можно отнести: практически полную экранировку СВЧ полей, малые потери в электродинамической системе, простоту механической перестройки частоты, простоту устройств диодов и теплоотвода.

Рассмотрим эквивалентную схему (ЭС) автогенератора СВЧ на примере ЭС АДГ, конструкция которого изображена на рисунке 1. Она включает в себя три последовательно соединенных звена, отображающих соответственно собственно активный элемент I, элементы монтажа активного кристалла к внешней цепи II и внешнюю цепь III.

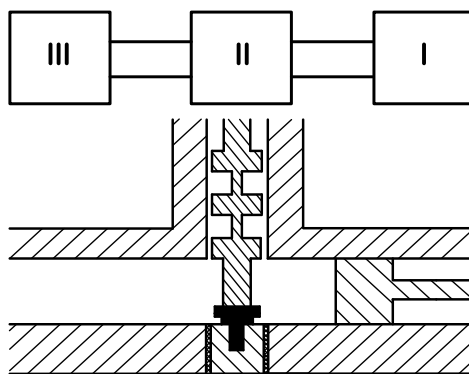


Рис. 1. Конструкция автогенератора СВЧ

Из теории СВЧ цепей известно, что любой конструктивный элемент цепи может присутствовать на схеме замещения в виде многих символов. Число последних лимитировано лишь количеством различных учитываемых типов колебаний, с которыми связан данный элемент. Применение настоящего принципа позволило предложить обобщенную ЭС АДГ, изображённую на рисунке 2. Принципиальное отличие этой ЭС состоит в том, что внешняя по отношению к диоду цепь представлена как набор произвольного числа резонансных контуров, образующих вместе с элементами корпуса и схемы замещения диода систему связанных резонаторов. Характерной чертой этой системы является наличие одного общего элемента связи ЭС, через который осуществляется обмен энергией. Конкретная природа резонансных контуров при таком подходе отступает на задний план и не маскирует фундаментальные свойства колебательной системы, определяющие поведение генератора. Особенности конструктивного выполнения АДГ определяют лишь необходимый набор контуров и параметры последних. Как правило, в полосу частот, в пределах которой диод Ганна обеспечивает эффективную генерацию, попадает несколько резонансов колебательной системы, что предопределяет возможность скачков частоты и мощности при регулировке генератора. Поэтому достаточно полное описание АДГ, позволяющее решать задачи о конкуренции различных типов колебаний, достигается лишь при учете в ЭС трех-пяти контуров. Это особенно необходимо для волноводной конструкции, где влияние дисперсии существенно сближает частоты соседних обертонов и, кроме того, добавляются дополнительные типы колебаний на волне T между штырем, крепящим диод Ганна в волноводе, и узкими стенками волновода. В частности, для волноводной конструкции АДГ обычно достаточно учитывать кроме «собственного» резонанса диода (контур образованный C_d и G_d) еще один или два «волноводных» резонанса на смежных обертонах и резонанс, обусловленный «квазикоаксиальным» резонансом, т. е. необходимо принимать во внимание четыре контура. Уместно заметить, что внешняя громоздкость получающихся ЭС есть прямое следствие свойств, объективно присущих реальному генератору. Мы вынуждены их учитывать, если хотим, чтобы теоретическая модель АДГ давала достаточно точные результаты.

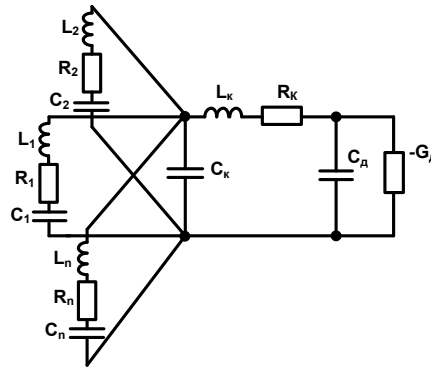


Рис. 2. Эквивалентная схема генератора СВЧ

Методика расчета автогенератора на диоде Ганна на основе четырехконтурной эквивалентной схемы

Преобразованная ЭС автогенератора СВЧ представлена на рисунке 3. Четырехконтурная ЭС включает в себя Т-образную схему замещения штыря в волноводе [1,5]. Отличительной особенностью данной ЭС является то, что полезная нагрузка X_n шунтирует каждый парциальный контур. Поэтому полная мощность в нагрузке P_n образуется как суперпозиция нескольких «потоков», прошедших через соответствующие цепи. При анализе АДГ активный элемент обычно изображается в виде параллельного соединения отрицательной проводимости $-G_d$ и ёмкости C_d (контур 1).

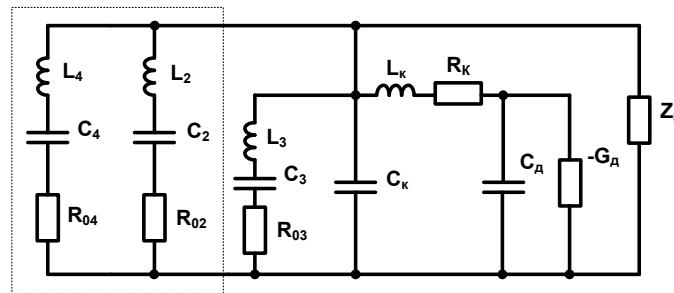


Рис. 3. Преобразованная эквивалентная схема генератора СВЧ

Значения этих параметров ЭС зависят от структуры полупроводникового кристалла, напряжения питания, температуры, рабочей частоты и т. д.

Следует отметить, что даже для диодов одного типа от экземпляра к экземпляру наблюдается существенный разброс в значениях этих величин. Эквивалентная схема монтажа полупроводникового (п. п.) образца в корпусе составляется из сопротивления R_k , учитывающего потери в пассивной области кристалла и в элементах крепления, L_k — индуктивности проводника, подключающего кристалл к корпусу и ёмкости корпуса C_k . Контур $L_3 C_3$ отображает «квазиоаксиальный» резонанс узла крепления диода Ганна, который состоит в том, что штырь с диодом играет роль центрального проводника длинной линии, узкие стенки волновода — роль наружных поверхностей, а широкие — роль торцевых поверхностей, ограничивающих длину резонатора. Штриховой линией выделена ЭС волноводного резонатора, учитывающая два соседних обертона.

Некоторые авторы расчет АДГ начинают с определения структуры активного слоя, которая выбирается из желательности обеспечения конкретного режима работы, частоты, мощности и т. д. Однако нашей задачей ставился расчет АДГ на диоде типа AA727Б, выпускаемом промышленностью, поэтому особое внимание было уделено расчету колебательной системы АДГ [3].

Стационарный режим АДГ в одночастотном приближении определяется уравнениями баланса амплитуд и фаз, которые применительно к зажимам отрицательной проводимости имеют вид системы равенств: $G_H - S = G_\Sigma = 0$, $B_H + B_{дг} = B_\Sigma = 0$.

Здесь G_H и B_H — соответственно активная и реактивная части комплексной входной проводимости колебательной системы на частоте первой гармоники, S — крутизна колебательной характеристики, $B_{дг}$ — реактивная часть комплексной проводимости кристалла. Резонансные частоты и эквивалентные характеристические сопротивления контуров 2 и 4, описывающих колебания на обертонах волны H_{10} , находятся по заданным размерам волновода из соотношений

$$\lambda(f_0) = \frac{2l}{n}; \rho = 1184 \frac{nb}{a} \left(\frac{\lambda}{\lambda_0} \right)^3, \tag{1.1}$$

где l — длина линии передачи, λ — длина волны в линии передачи, n — номер обертона, f_0 — резонансная частота эквивалентного контура, ρ — его эквивалентное характеристическое сопротивление, λ_0 — длина волны в вакууме на частоте, a — ширина, b — высота волновода [6]. Для расчета сопротивления собственных потерь R_{02} и R_{04} задаем значение собственной добротности резонатора Q_{01} на соответствующей частоте и используя стандартное выражение:

$$R_{01} = \frac{\rho_i}{Q_{01}}, \tag{1.2}$$

где ρ_i — волновое сопротивление i -го контура.

Добротность Q_0 зависит от потерь в короткозамыкателе и узле крепления диода, качества обработки, высоты волновода, диапазона частот; полагаем одновременно $Q \sim b$ и $Q \sim 1/F$. При расчете потерь, вносимых полезной нагрузкой в 1-й парциальный контур, все остальные контуры считаются разомкнутыми, соответственно $R_{ен2}$, $R_{ен4}$ получаются путем пересчета в последовательное соединение цепи, изображенной на рисунке 4.

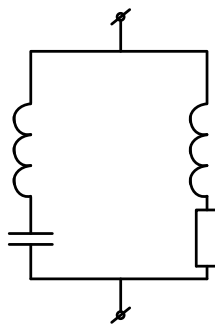


Рис. 4. Эквивалентная схема для расчёта добротности Q_0

Для контуров 1 и 3 (рис. 3) аналогичная задача решается преобразованием, изображённом на рисунке 5, при комплексной нагрузке $Z_H = R_H + jX_H$.

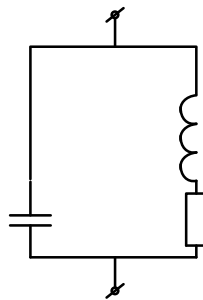


Рис. 5. Эквивалентная схема для расчёта добротности контуров 1 и 3

Обозначим для кратности сопротивление связи $X_{CB} = \frac{1}{\omega C_k}$, обыч-

но $X_{CB}^2, (X_{Ш} - X_{CB})^2, (X_H - X_S)^2, (X_H + X_{Ш} - X_S)^2 \ll R_H^2$. В этом случае

$$r_{BH1,2} = \frac{X_{CB}^2}{R_H}, \tag{1.3}$$

$$r_{BH1,2} = \frac{(X_{Ш} - X_{CB})^2}{R_H}, \tag{1.4}$$

причем значения всех величин в правых частях берутся на парциальных частотах соответственных контуров, где $r_{BH i}$ — потери, вносимые полезной нагрузкой в i -й парциальный контур.

Параметры контура 3, представляющего резонанс узла крепления на волне типа Т, находят аналогично. Волновое сопротивление находят по формуле для желобковой линии [7] с достаточной точностью:

$$\rho_3 = 145 \lg(d/d_{III}), \tag{1.5}$$

где d_{III} — диаметр штыря.

Резонансные частоты квазиоаксиального резонатора зависят от расстояния h от кристалла до ближайшей широкой стенки волновода.

На основном тоне $\lambda_3 = (8 \div 10)b$ при обычных значениях C_k . На первом обертоне $\lambda_3 \approx b$. Степень влияния парциального контура на колебательную систему в целом существенно зависит от коэффициента включения контура. Для основного тона квазиоаксиального резонатора коэффициент связи максимален: $K_3 = 1$. Поэтому при $b/a < 0,15$ приходится учитывать именно этот тип колебаний.

На первом обертоне на величину K_3 решающее влияние оказывает размещение емкостного зазора по высоте штыря. Для штыря постоянного диаметра $K_3 = 1$ при $h = 0$ и $K_3 = 0$ при $h = b/2$. При $h = b/2$ справедлива формула:

$$K_3 = \frac{0,5 - h}{b}, \tag{1.6}$$

Собственные частоты колебательной системы находятся из уравнения

$$\prod_{i=1}^4 \mathfrak{N}_i - \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^4 \mathfrak{N}_i \mathfrak{N}_j - 2 \sum_{i=1}^4 \mathfrak{N}_i - 3 = 0, \tag{1.7}$$

где $\mathfrak{N}_i = \frac{V_i}{K_i}$ — нормированная относительная расстройка i -го контура, $i = 1 \dots 4$; $V_i = \frac{f}{f_i} - \frac{f_i}{f}$ — относитель-

ная расстройка i -го контура; f_i — парциальная частота i -го контура; $K_i = \frac{|Z_i|}{\rho_i}$ — коэффициент связи i -го контура;

$\rho_i = \sqrt{\frac{L_i}{C_i}}$ — характеристическое сопротивление i -го контура.

Сопротивление нагрузки на зажимах отрицательной проводимости на выбранной частоте связи:

$$R_H = \frac{(f_1/f)^2 R^* (1 + r_{BH1}/r_k)^{-1} \times \left(2 + \sum_{i=2}^4 \mathfrak{N}_i - \prod_{i=2}^4 \mathfrak{N}_i \right)}{2 \sum_{i=1}^4 Y_i + \sum_{i,j=1}^4 Y_i \mathfrak{N}_j - Y_1 \mathfrak{N}_2 \mathfrak{N}_3 \mathfrak{N}_4 - Y_2 \mathfrak{N}_1 \mathfrak{N}_3 \mathfrak{N}_4 - Y_3 \mathfrak{N}_1 \mathfrak{N}_2 \mathfrak{N}_4 - Y_4 \mathfrak{N}_1 \mathfrak{N}_2 \mathfrak{N}_3}, \tag{1.8}$$

где $Y_i = r_i/r$, $r_i = r_{0i} + r_{BH i}$; $R^* = \left[(\omega_1 C_D)^2 r_k \right]^{-1}$ — резонансное сопротивление «собственного» кон-

тура диода на зажимах отрицательной проводимости.

Автогенератор «выбирает» ту из собственных частот колебательной системы, которая обеспечивает наибольшее значение фактора регенерации. Очевидно, поэтому нельзя ограничиться расчетом лишь на желаемой частоте. Суммарный КПД колебательной системы:

$$\eta_k = \sum_{i=1}^4 p_i \eta_i = \sum_{i=1}^4 p_i \left(1 + r_{0i}/r_{BH i} \right)^{-1}, \tag{1.9}$$

где $p_i = p_{i1}/p_1$ есть доля генерируемой активным слоем диода Ганна мощности, поступающая в i -й парциальный контур.

Таким образом, как видно из литературы [1,2,5], наиболее подробно исследованы вопросы, связанные с расчетом АДГ сантиметрового диапазона, однако не приводятся зависимости частоты и КПД АДГ от размеров конструктивных элементов АДГ для различных моделей генераторов.

Литература:

1. Давыдова, Н. С., Данюшевский Ю. З. Диодные генераторы и усилители СВЧ. — М.: Радио и связь, 1986. — 183 с.
2. Антонов, И. Н. Дятлов Ю. В., Костиков Н. А. и др. Автогенератор миллиметрового диапазона на диоде Ганна // ПТЭ № 4. — 1988. — с. 34–40.
3. Антонов, И. Н., Дятлов Ю. В., Костиков Н. А., Пурынзин В. А., Шевченко В. И., Автогенератор миллиметрового диапазона на диоде Ганна // Приборы и техника эксперимента. — 1988. — Вып. 4. — с. 116–118.
4. Антонов, И. Н. Дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами в электродинамике СВЧ / И. Н. Антонов, А. В. Пивоваров, Г. А. Овчинникова // Прикладная физика. 2006. № 3. с. 21–25
5. Царапкин, Д. П. Генераторы СВЧ на диодах Ганна. — М.: Радио и связь, 1982. — 108 с.
6. Антонов, И. Н. Само модуляция динамической ёмкости в автогенераторах на диодах Ганна / И. Н. Антонов, А. Г. Лавкин // Прикладная физика. 2005. № 6. с. 168–169.
7. Рабинович, М. И., Трубецков Д. И. Введение в теорию колебаний и волн. — М. 1984.

Перспектива применения электродвигателей в автомобилях

Мефед Александр Витальевич, студент

Мценский филиал Орловского государственного университета имени И. С. Тургенева

В статье проведен анализ основных направлений применения электродвигателей в автомобилестроении в качестве силовых агрегатов. Выделены наиболее перспективные направления.

Проблема замены энергии углеводородов в силовых агрегатах автомобиля и не только является одной из основных в современном мире. Предпосылок для этого существует множество — истощение ресурсов на планете, сложная экологическая обстановка, выделение большого количества вредных выбросов двигателя внутреннего сгорания и т. д. На рынке в последнее время появилось большое количество альтернативных двигателю внутреннего сгорания силовых установок. Одним из основных конкурентов углеводородам на данный момент является применение электроэнергии. [1,2,3,4]

У электрических агрегатов есть ряд несомненных преимуществ: высокий коэффициент полезного действия — до 95 процентов, компактность, малый вес, простота использования, экологичность, долговечность, создается максимальный показатель крутящего момента на любой отметке скорости, воздушное охлаждение, способны функционировать в режиме генератора, не нужна коробка передач, возможность регенерации энергии торможения и т. д. Существенных недостатков у электродвигателя нет. Основной проблемой является питание агрегата, что тормозит распространение и широкое использование технологии. [2,3]

Электродвигателем является устройство, преобразующее электроэнергию в механическую. Принцип работы электродвигателя основывается на явлении электромагнитной индукции. Электродвигатель включает в себя статор и ротор (рисунок 1). Вращающееся магнитное поле в статоре действует на обмотку ротора и наводит в нём ток индукции, возникает вращающий момент, который приводит в движение ротор. Электроэнергия, поступа-

ющая на обмотки мотора, преобразуется в механическую энергию вращения.

Электродвигатели, применяемые в электромобилях, можно условно классифицировать по типу тока:

- устройства переменного тока;
- устройства постоянного тока;
- решения универсального образца (способны функционировать от постоянного и переменного тока).

Устройства переменного тока делятся на группы:

- асинхронные — скорость вращения магнитного поля статора выше скорости вращения ротора;
- синхронные — частоты вращения магнитного поля статора и ротора совпадают.

С учетом используемого количества фаз, электрические устройства разделяют на: одно-, двух-, трехфазные.

Еще электродвигатели классифицируют по конструкции щеточно-коллекторного узла. Такие агрегаты бывают:

- Бесколлекторными. Представляют собой замкнутую систему, в которую входят: преобразователь координат, инвертор и извещатель положения.
- Коллекторными. Щеточно-коллекторный узел играет роль в такой конструкции одновременно и извещателя положения ротора, и переключателя тока в обмотках. В основном используется ток постоянной частоты.

От электродвигателей, применяемых на производствах, автомобильный агрегат отличается малыми габаритами и повышенной мощностью. К тому же современные разработки все больше отдаляют двигатели для автомобилей от иных подобных устройств. Характеристиками электромобилей являются не только показатели мощности, крутя-

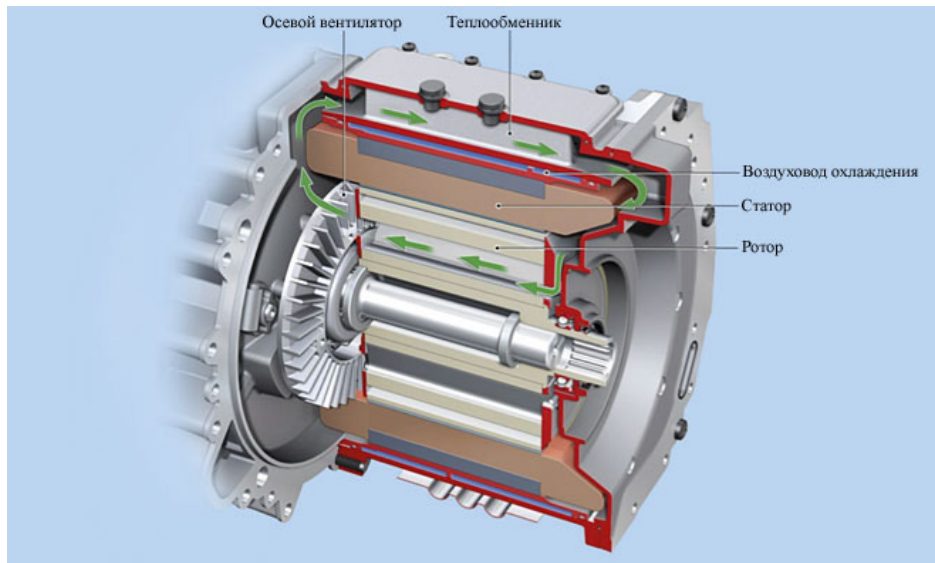


Рис. 1. Устройство электродвигателя электромобиля

щего момента, но и частота вращения, ток и напряжение. Поскольку от этих данных зависит передвижение и обслуживание авто.

История электромобиля насчитывает более полутора веков. Есть данные, что транспортные средства, приводимые в движение электрическим мотором, были разработаны и созданы раньше машин с двигателем внутреннего сгорания. Первые модели электромобилей были собраны в 1830–40-х годах. Пионерами электромобилестроения принято считать британцев Роберта Андерсена, Роберта Дэвидсона и американца Томаса Давенпорта. Конструкции их разработок были довольно неуклюжими и ненадёжными агрегатами. Скорость перемещения была небольшой. Их вполне мог обогнать пешеход, идущий неспешным шагом. [1]

Период конца XIX века — начала XX века вполне можно назвать бумом электромобилестроения. Производство электромобилей было налажено в Европе и в США. В Соединённых Штатах Выпуск электромобилей к началу XX века достиг 10 тысяч экземпляров, а их количество в несколько раз превышало количество автомобилей с двигателем внутреннего сгорания. Характеристики электромобилей на рубеже XIX–XX веков были на то время впечатляющими.

В 1899 году электромобиль (рисунок 2) бельгийца Камиля Женатци под названием La Jamais Contente сумел преодолеть рубеж 100 км/ч. Машина имела обтекаемый корпус из сплава алюминия и вольфрама. Внешний вид напоминал торпеду, установленную на шасси. Кузов электромобиля был открытым. Он оснащался двумя электродвигателями и имел массу около 1 тонны. Электромобиль достиг скорости 105, 88 км/ч. [1]

В XX столетии электромобиль постепенно уступил позиции традиционному автомобилю. Одной из основных причин была недостаточно большая ёмкость аккумуляторов. Ввиду этого запас хода был не слишком велик. Про-

изводство автомобилей с двигателями внутреннего сгорания постоянно расширялось и обходилось всё дешевле. В связи с этим они получали всё большее распространение.

В литературе и других источниках информации существует большое количество данных по электромобилям. Однако эти данные разрознены и нет четкой классификации.

В современном электромобилестроении выделилось два направления развития — это непосредственно электромобили и гибридные агрегаты. Причем производство гибридных авто на рынке занимает лидирующие позиции. Гибридные агрегаты представляют собой комбинированный агрегат, в котором совмещены двигатель внутреннего сгорания и электродвигатель, где электродвигатель применяется как дополнительный элемент.

Применение гибридных автомобилей такие преимущества как экологичность и экономичность, которая достигается за счет снижения расхода топлива. На данный момент минимальный расход гибридного авто достигает менее 3-х литров на 100 км пути, когда минимальное потребление автомобилей только с двигателем внутреннего сгорания 4–5 литров на 100 км пути. Помимо этого, применение гибридного авто позволяет адаптировать серийные автотранспортные средства и вести разработку новых моделей.

Выделены следующие основные гибридные системы:

1. Интегрированное содействие мотору,
2. Интегрированный генератор стартера. Система, как и предыдущая, позволяет начинать движение машине, только в этом случае используется меньший электродвигатель.
3. Система остановки/старта двигателя. Происходит отключение мотора, когда его мощность не используется, а затем он запускается моментально, как только это необходимо.

Анализ литературы показал, что различают также следующие виды гибридных приводов (рисунок 3):



Рис. 2. Гоночный электромобиль La Jamais Contente, 1899 г.

1. Параллельный. В этом случае батареи передают энергию электродвигателю, а бак — топливо для ДВС. Оба агрегата способны создать условия для перемещения транспортного средства.

2. Последовательный. ДВС поворачивает генератор, который может или завести электродвигатель, или зарядить аккумуляторы.

3. Последовательно-параллельная. ДВС, электродвигатель и генератор соединены с колёсами через планетарный редуктор.

Основная масса существующих на данный момент гибридных автомобилей относятся к параллельным.

Гибридная система существенно снижает уровень выводимых газов и увеличивает продуктивность расхода топлива, что особо актуально в условиях крупного насе-

ленного пункта. А регенеративная система аккумулирует энергию.

При использовании гибридных схем не нужно специально подзаряжать аккумуляторную батарею, это происходит при работе автомобиля, увеличивается запас хода, позволительно использовать менее мощные и дорогостоящие аккумуляторные батареи.

Рынок электромобилей и гибридных авто насыщен различными конструкциями и вариантами исполнения электрического привода. Следует отметить, что у разных производителей разные двигатели, отличающиеся массой, мощностью, габаритами и прочими параметрами.

На гибридных автомобилях Volt от Chevrolet в качестве электропривода применяется трехфазный асинхронный двигатель (рисунок 4). Пример трехфазного синхронного

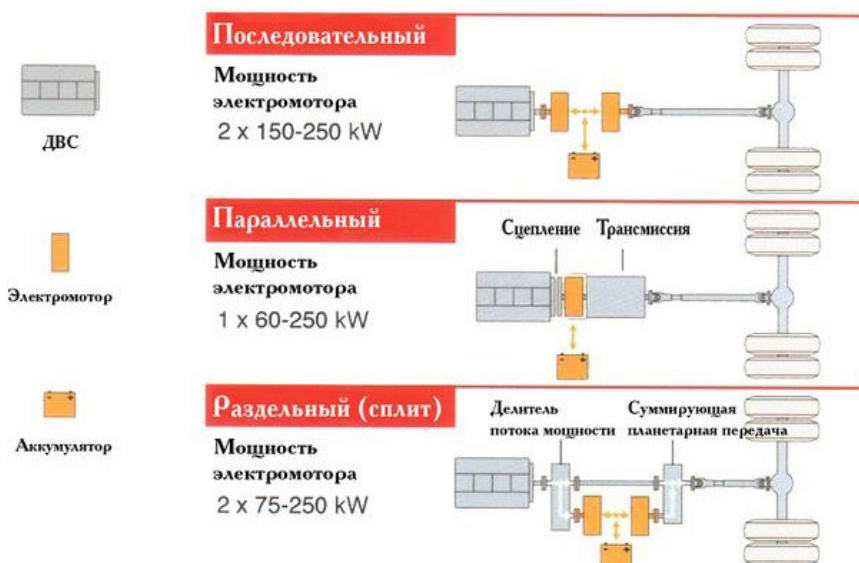


Рис. 3. Виды гибридных приводов

двигателя — i-MiEV от Mitsubishi, который является исключительно электрическим. Конструкциях электромобилей зачастую включают в себя коллекторные моторы. Однако в автомобиле «Санрейсер», в котором установлен как раз бесколлекторный двигатель от компании General Motors. Его КПД составляет 92%, а масса 3,6 кг. Нельзя не отметить еще один тип двигателя, который используется в некоторых современных моделях авто. Это система мотор-колесо. Пример — спорт-кар Volage. В такой конструкции предусмотрена возможность регенерации энергии торможения. Для этого используется тяговый двигатель Active Wheel. Он весит всего 7 кг, что позволяет добиться приемлемой массы колеса — 11 кг. [2]

Главными составляющими электромобиля являются электродвигатель, питающая аккумуляторная батарея разной емкости, которая связана с мощностью мотора, упрощенная трансмиссия, инвертор, зарядное устройство

на борту, электронная система управления элементами конструкции, преобразователь.

Питание мотора в этой схеме организывает тяговая аккумуляторная батарея. Аккумуляторы в основном используются литий-ионного типа, которые включают в себя несколько последовательно подключенных модулей. На выходе аккумулятора формируется напряжение от 300 (В) постоянного тока. Это значение определяется моделью авто. Современные образцы способны создавать и 700 В.

Таким образом рынок транспортных средств постепенно поворачивается в сторону использования в качестве силовой установки электропривода, который обладает несомненными преимуществами по сравнению с двигателями внутреннего сгорания. Существуют два вида реализации электропривода транспортных средствах — электромобиль и гибридное авто. Пока основным направлением

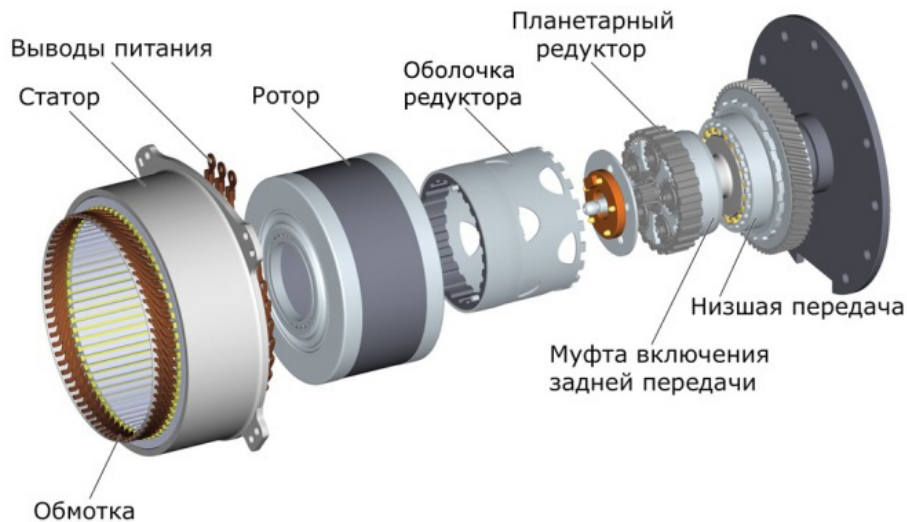


Рис. 4. Электродвигатель гибрида Chevrolet Volt



Рис. 5. Система мотор-колесо

разработок автопроизводителей является применение гибридных автомобилей. Это обусловлено минимальными расходами при производстве, т. к. позволяет адаптировать серийные автотранспортные средства и вести разработку новых моделей. Применения электромобилей ограничено по ряду технологических и эксплуатационных причин, в частности отсутствие развитой инфраструктуры обслу-

живания, высокая себестоимость и малый запас хода на одном заряде. Одним из важных факторов, притормаживающий прогресс, является психология человека. Трудно переубедить автомобилистов пересест с бензиновых и дизельных автомобилей на электрические. Это особенно сложно сделать тем, кто занимается автогонками или является любителем динамичной езды.

Литература:

1. История электромобиля // drive2. URL: <https://www.drive2.ru/b/288230376152252121/> (дата обращения: 15.05.2016).
2. Устройство и эксплуатация автомобиля // autoleek. URL: <http://autoleek.ru/dvigatel/jelektricheskij-dvigatel/ustrojstvo-jelektromobilja.html> (дата обращения: 15.05.2016).
3. Карамян, О. Ю., Чебанов К. А., Соловьева Ж. А. ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 12–4. — с. 693–696;
4. Зарядные станции «ЭМИ» // URL: <http://e-m-i.ru/index.php/zaryadnyestantsii-i-uslugi/zaryadnye-stantsii-peremennogo-toka-emi>
5. CHAdEMO technological strengths, 2012, no. 154 // URL: <http://www.chademo.com/wp/>
6. Всероссийская программа развития зарядной инфраструктуры для электротранспорта. Концепция создания Коммерческого оператора сети ЭЗС. М.: РОССЕТИ, 2015. 16 с. // URL: <http://www.rosseti.ru/investment/electrocar/> (дата обращения: 15.05.2016).

Анализ состояния поверхностных слоев металлов при различных условиях механического воздействия

Митрофанов Артем Петрович, кандидат технических наук, доцент;

Паршева Ксения Александровна, магистр

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»

Одной из основных причин интенсивного износа абразивного инструмента и плохого качества обрабатываемой поверхности при шлифовании металлов является протекание в зоне резания сложного комплекса физико-химических процессов. Важнейшим фактором обеспечения заданного качества обрабатываемой поверхности при изготовлении детали и поддержания его на заданном уровне в процессе эксплуатации является внешняя среда, обладающая специальными физическими и химическими свойствами. В экстремальных условиях контактного взаимодействия внешняя среда вступает во взаимодействие с контактируемыми поверхностями, изменяя их первоначальное состояние.

Для описания характеристик обработки и формирования поверхностей контроля геометрических параметров оказывается недостаточным. Наиболее информативным методом оценки химического состояния поверхностного слоя является элементный анализ, который реализуется с помощью различных специальных приборов таких как, оже-спектрометр, масс-спектрометр вторичных ионов и др. Так же в качестве дополнительного параметра качества поверхностного слоя изделия многими отечественными (Мухуров Н.И., Пантелеев К.В., Свистун А.И.,

Жарин А.Л., Калмыков В.В. и др.) и зарубежными (Y. Zhou, J. Q. Lu, W. G. Qin, D. Shaw, Hao Lu и др.) современниками предложено использовать такой параметр как поверхностная энергия. Для наиболее содержательного описания показателя поверхностной энергии используется работа выхода электрона (РВЭ), как наиболее чувствительный параметр энергетического состояния поверхностного слоя.

Знание действительной величины РВЭ дает возможность с большой точностью определить поверхностную энергию твердых металлов и, таким образом, проследить за изменением состояния их поверхностных слоев, а, значит, выявить зарождение и развитие в нем дефектов. Например, усталостные трещины образуются преимущественно на поверхности металлических деталей независимо от того, связан ли способ их нагружения с высокими поверхностными напряжениями (например при изгибе и кручении) или нет. Известно также возможное влияние энергии поверхности металлов на схватываемость и величину коэффициента трения [1].

В работах А. М. Дальского, А. Г. Суслова, А. Ю. Албагачиева, Э. В. Рыжова, В. П. Федорова показано, что в процессе механической обработки деталей часть энергии

поглощается металлом. Примерно 75% всей энергии, затрачиваемой на образование поверхности, связано с теплом, и условно можно считать, что данный объем тепла не влияет на физическую сущность слоя. Оставшиеся около 25% общей энергии, затраченной на формирование поверхности технологическим воздействием, после обработки переходят в состояние поверхностной энергии. Она в свою очередь расходуется на искажение кристаллической решетки, образование дислокаций, движение вакансий, функционирование ячеек Бернара и др. Взаимное влияние данных, составляющих в процессе эксплуатации детали, представляет накопленную энергию поверхности и оказывает влияние на физико-механические характеристики [2].

В настоящее время методы, основанные на регистрации распределения работы выхода электрона, например по контактной разности потенциалов, находят достаточно широкое применение для исследований и неразрушающего контроля параметров поверхности, и процессов, протекающих в поверхностных и приповерхностных слоях твердых тел. Величина РВЭ связана напрямую с физико-химическими и механическими свойствами вещества в конденсированном состоянии. Изменение физико-химических и механических параметров поверхности твердого тела должно вызывать соответствующее изменение РВЭ. Как показывает практика, при обработке и формировании сверхгладких поверхностей цветных металлов и сплавов свободные электроны, образующиеся при технологическом воздействии резца, приводят к процессам окисления поверхности и изменению физико-химических параметров. При этом толщина образующейся оксидной пленки может быть сравнима или больше высоты максимальной шероховатости [3].

В работах Y. Zhou, J. Q. Lu, W. G. Qin, D. Shaw, Hao Li экспериментально было доказано влияние деформации на РВЭ: упругие деформации вызывают рост РВЭ, а в области пластического деформирования работа выхода

уменьшается (рис. 1). Причем падение РВЭ соответствует степени пластического деформирования, а величина приращения РВЭ к моменту разрушения различна для разных металлов.

Левитин В.В. в соавторстве экспериментально исследовал изменение РВЭ Al, Ti, Fe и Ni сплавов по отношению к деформации при растяжении и рассчитал РВЭ, используя метод функционала плотности для упруго-напряженных монокристаллов. Экспериментальные и теоретические результаты показали, что РВЭ уменьшается при деформации растяжением. Другой теоретический расчет, с использованием метода самосогласованного электрон — деформационного взаимодействия, также показал, что РВЭ уменьшается, если кристаллическая решетка деформируется при растяжении. Однако исследования Лоскутова С.В. и Правда М.И., основывающиеся на самосогласованном расчете поверхностной энергии, показали, что РВЭ алюминия увеличивается при деформации процессами релаксационного явления [4].

Выше указанные исследования демонстрируют, что до сих пор эффект деформации, в частности, при сложных режимах остается неизученным; даже некоторые экспериментальные наблюдения различных исследователей противоречивы. Это указывает на то, что физический механизм, ответственный за этот эффект не был полностью изучен [4]. Таким образом, возникает необходимость в установлении четкой теоретической корреляции между РВЭ и различными деформациями. С этой целью необходимо теоретически уточнить влияние перемещений на РВЭ, т. к. пластическая деформация связана с их образованием.

Так же в работе [4] замечено, что скорость деформации может играть такую же роль на изменение РВЭ как и деформация. РВЭ убывает пропорционально увеличению деформации от растяжения.

В работе [5] исследовали функцию работы выхода электрона и поведение силы трения трех инертных сплавов

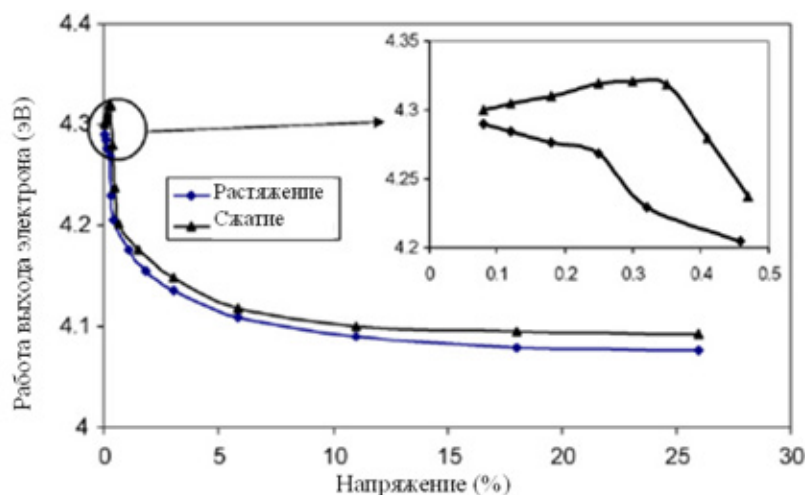


Рис. 1. РВЭ Al при деформации на изгиб

при различных условиях шлифования. Определялись РВЭ с использованием сканирующего зонда Кельвина (СЗК) и твердость образцов с использованием твердомера, коэффициенты трения в условиях с использованием СОЖ и без него, были измерены с помощью иглы трибомерта.

Коэффициент трения зависит от двух факторов, поверхностной адгезии и механической деформации. Более сильная адгезия наблюдается при большей силе трения, меньшая твердость приводит к увеличению области контакта, что повышает общую силу адгезии. Для того, чтобы понять тенденцию изменения коэффициента трения в сухих и с использованием СОЖ условиях, так же наблюдали следы иглы на образцах обработанных в различных условиях. Рис. 2 и 3 иллюстрирует следы, вдоль которых скользила игла.

При сухом трении, поверхность образцов вместе с инертными пленками были повреждены, игла была в непосредственном контакте с основной массой сплава или с разрушенными активными атомными связями. В этом случае материал, имеющий более высокую РВЭ должен иметь большую силу сцепления, а большая атомная связь приводит к увеличению поверхностной энергии (для поверхностей имеющих ту же плотность разорванных связей) [5].

Поверхности образцов с более высокой РВЭ при сухом шлифовании, имеют большие коэффициенты трения. В

то время как при использовании СОЖ данная тенденция исчезает. Во время сухого шлифования были повреждены поверхности и инертные пленки. При использовании СОЖ, поверхности и инертные пленки нержавеющей сталей показали хорошую целостность, а поверхность и пленки сплава Ti были повреждены. Наблюдаемые тенденции изменения коэффициента трения по отношению к инертным сплавам при сухом шлифовании и с применением СОЖ основывается на точке зрения деятельности атомной активности и роли различных пленок в блокировании взаимодействия между электронами и окружающей средой [5].

Выводы

Поскольку метод зонда Кельвина мощный неразрушающий метод, он был использован для измерения РВЭ из металла, и с его помощью получили неоценимую информацию для понимания поверхностной физики и химии, которое имеет решающее значение для разработки перспективных материалов. Например, РВЭ преобладает ориентированная подвижность положительных и отрицательных зарядов, которое является важной функцией гетерогенного соединения в микроэлектронике, фотокатализе, сенсорной технике, солнечных элементах и т. д. Однако, на сегодняшний день, мало внимания было уде-

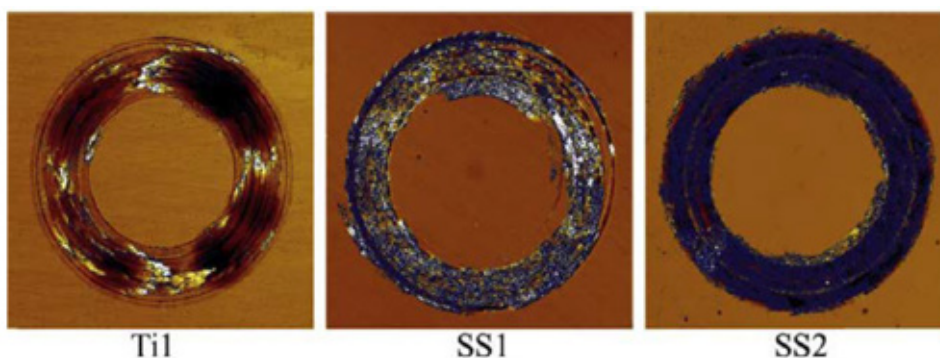


Рис. 2. Следы трения в сухом условии

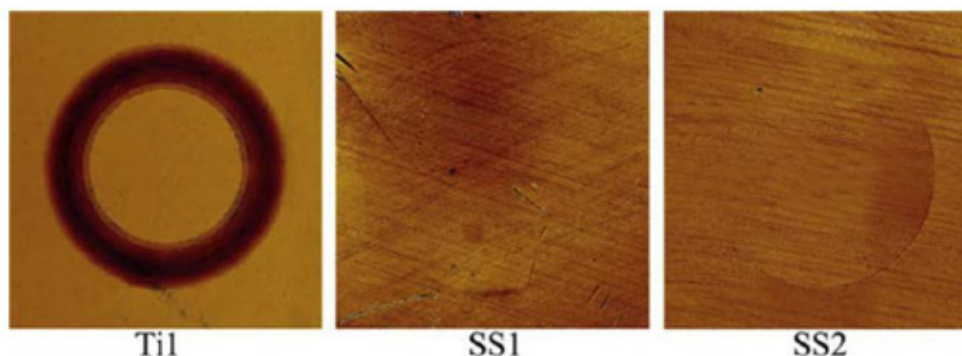


Рис. 3. Следы трения с использованием СОЖ

лено применению метода зонда Кельвина для исследования механических свойств материалов. Известно, что большинство механических, трибологических и электрохимических свойств материалов принципиально определяются их электронными свойствами. Эти свойства в каком — то смысле может охарактеризовать РВЭ. Однако, основным ограничением, сдерживающим применение данного метода в исследовании механического поведения материалов, связано с отсутствием устоявшихся закономерностей связи между механическими свойствами и РВЭ. Таким образом, создание теоретической взаимосвязи между механическими свойствами и РВЭ является необходимой предпосылкой для использования зонда Кельвина при исследовании механических свойств, а также для изучения потенциальных возможностей конструкции материалов.

Анализ научных работ по данной тематике позволил сделать несколько фундаментальных выводов. Так как пластическая деформация может способствовать увеличению плотности перемещений, РВЭ деформированных

образцов должна всегда уменьшаться независимо от того какой вид деформации. Кроме того, упругая деформация не предполагает перемещений, другими словами, механизм упругой деформации является деформацией кристаллической решетки или смещение потенциалов атомов, соответствующие увеличению/уменьшению РВЭ с растяжением или сжатием, вызванного увеличением/уменьшением электронной плотности металлических поверхностей. Кроме того, аналогично влияние скорости деформации, т. е. увеличивается плотность перемещений. Соответственно, при увеличении скорости деформации РВЭ должна уменьшаться. Так же следует отметить, что поверхности с более высокой РВЭ являются более реакционноспособными для взаимодействия с окружающей средой и образования поверхностных пленок. Таким образом, наибольшая функция РВЭ должна соответствовать сильному барьеру от проникновения электронов из металла через инертные пленки/трибохимические/ СОЖ и внести свой вклад в адгезионное взаимодействие.

Литература:

1. В. М. Самойленко, В. С. Олешко Применение прибора измерения контактной разности потенциалов «Поверхность-11» в неразрушающем контроле деталей машин // Межотраслевой научно-технический журнал «Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России». — 2014. — № 1. — с. 60–63
2. Мусохранов, М. В., Калмыков В. В., Сорокин С. П. Энергетические показатели качества деталей машин и методы их измерения // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 10. — с. 43–49
3. Г. В. Шаронов, А. Л. Жарин, Н. И. Мухуров Н. И., К. В. Пантелеев К. В. Контроль металлических поверхностей, обработанных алмазным наноточением, по работе выхода электрона // Приборы и методы измерений. — 2015. — Т. 6, № 2. — 1. 196–203
4. Zhou, Y., Lu J. Q., Qin W. G. Change in the electronic work function under different loading conditions // Materials Chemistry and Physics. — 2009. — Vol. 118. — p. 12–14
5. Shiyi Liu, Hao Lu, Li D. Y. The relationship between the electron work function and friction behavior of passive alloys under different conditions // Applied surface science. — 2015. — Vol. 351. — p. 316–319

Разработка методики и средств для испытания манжет главного тормозного цилиндра

Петросян Месроп Саакович, студент;

Дыгало Владислав Геннадиевич, кандидат технических наук, доцент;

Ревин Александр Александрович, доктор технических наук, профессор;

Волгоградский государственный технический университет

Важнейшую роль при торможении автомобиля с антиблокировочной тормозной системой играют манжетные уплотнения главного тормозного цилиндра. Рабочие процессы, протекающие в тормозной системе, оборудованной автоматизированными (в том числе антиблокировочными) устройствами, отличаются от процессов, протекающих в традиционных системах. Особенность работы манжетных уплотнений заключается в том, что при перемещении манжеты происходит их деформация, из-за которой происходит повышенный износ манжеты на повышенных рабочих частотах. Целью данного исследования является воссоздание процесса экстренного торможения и проведение ресурсных испытаний на стенде, созданного в ВолгГТУ, на базе агрегатов автомобиля с антиблокировочной тормозной системой. Это позволит испытать манжеты главного тормозного цилиндра с применением фторопластовых колец, которые увеличат долговеч-

ность главного тормозного цилиндра. Применение данных технологий способствует существенному снижению износа, а, следовательно, увеличения срока службы главного тормозного цилиндра.

Ключевые слова: методика, средства, испытания, антиблокировочная тормозная система, главный тормозной цилиндр, манжета, стенд, разборный поршень, фторопластовые кольца

В гидравлическом тормозном приводе модуляция давления рабочего тела при функционировании антиблокировочной системы прежде всего сказывается на ресурсе главного тормозного цилиндра (ГТЦ), в особенности, его уплотнительных манжет. Поэтому важной задачей является всестороннее исследование факторов, влияющих на показатели долговечности уплотнений в элементах тормозных цилиндров при их работе в условиях торможения с АБС. [1].

В процессе торможения автомобиля с АБС, в главном тормозном цилиндре поршень совершает ряд перемещений, носящих колебательный характер, с относительно большой частотой (порядка 10–15 Гц) и малой амплитудой [1, 2]. Также перемещения могут способствовать увеличению интенсивности изнашивания материала манжет, а также инициировать иные процессы, определяющие ресурс данных элементов. Износ манжет распределен неравномерно, как по окружности, так и вдоль направления движения, большая величина износа наблюдается со стороны манжеты, обращенной к поршню тормозного цилиндра.

В настоящее время в сервисных центрах при возникновении неисправности ГТЦ его не ремонтируют, а заменяют на новый. Следовательно, увеличение срока службы ГТЦ является важной задачей. Выбраковка ГТЦ производится при возникновении течи тормозной жидкости, т. е. нарушении герметичности, которая определяется техническим состоянием манжет ГТЦ. Повышение ресурса манжет возможно путем изменения их формы, материала, а также введения дополнительных уплотняющих элементов, например, фторопластовых колец.

Для оценки эффективности предлагаемой модернизации необходимо проведение соответствующих экспериментов, при этом можно использовать специальную конструкцию поршня ГТЦ. Обычная конструкция поршня не позволяет применить перспективные уплотнения, имеющие фторопластовые кольца. Таким образом, чтобы внедрить в конструкцию поршня данные кольца, была спроектирована разборная конструкция поршня, состоящая из двух частей, представленные на рисунке 1а, б. На рисунке 1в представлен поршень в сборе с фторопластовыми кольцами и манжетой.

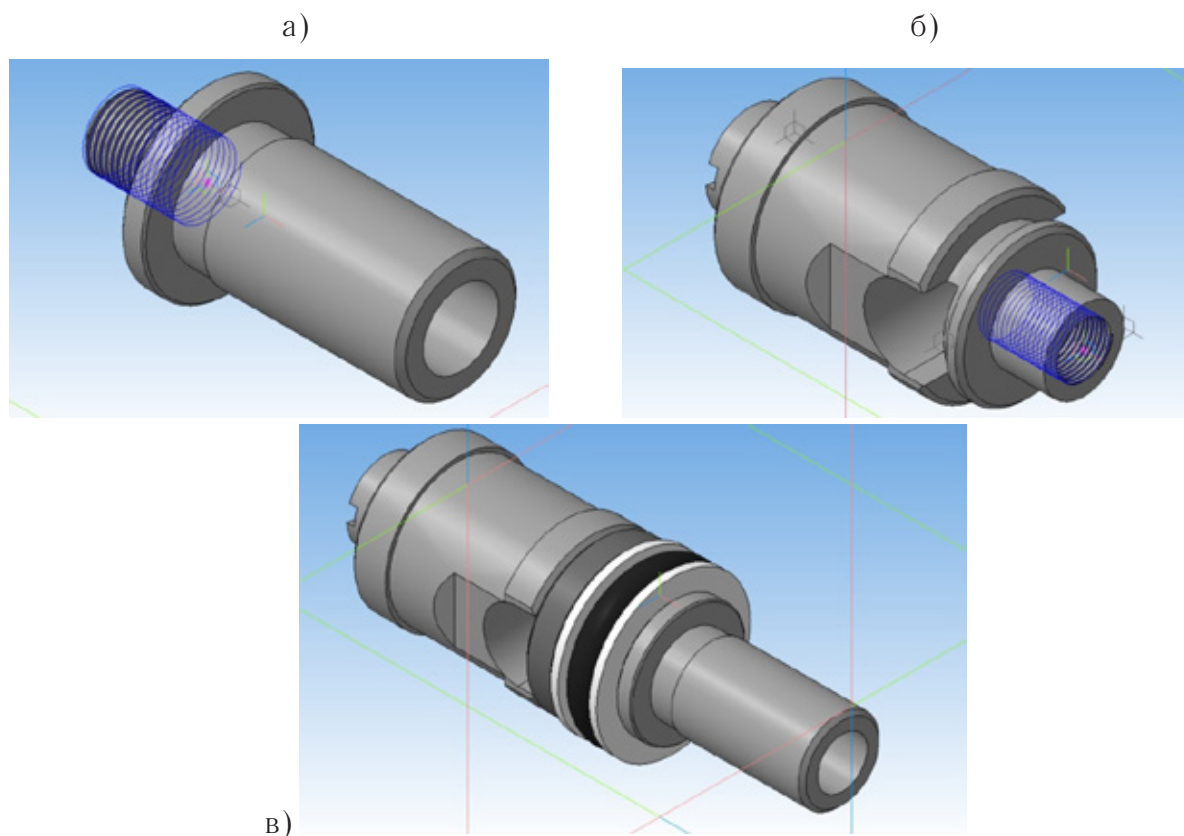


Рис. 1. Разборный поршень

Ресурсные испытания целесообразно проводить на стендах, подобных разработанному в ВолгГТУ [1, 2]. Стенд включает тормозные механизмы и тормозной привод автомобиля производства АвтоВАЗ. Требуемый режим работы элементов, определяется частотой изменения давления рабочего тела в системе и соответствующей амплитудой, что обеспечивается модулятором давления с кулачковым механизмом. Такая конструкция, в отличие от применяемого на автомобилях модулятора, позволяет проводить длительные и непрерывные испытания, что значительно уменьшает время получения конечного результата [1, 3].

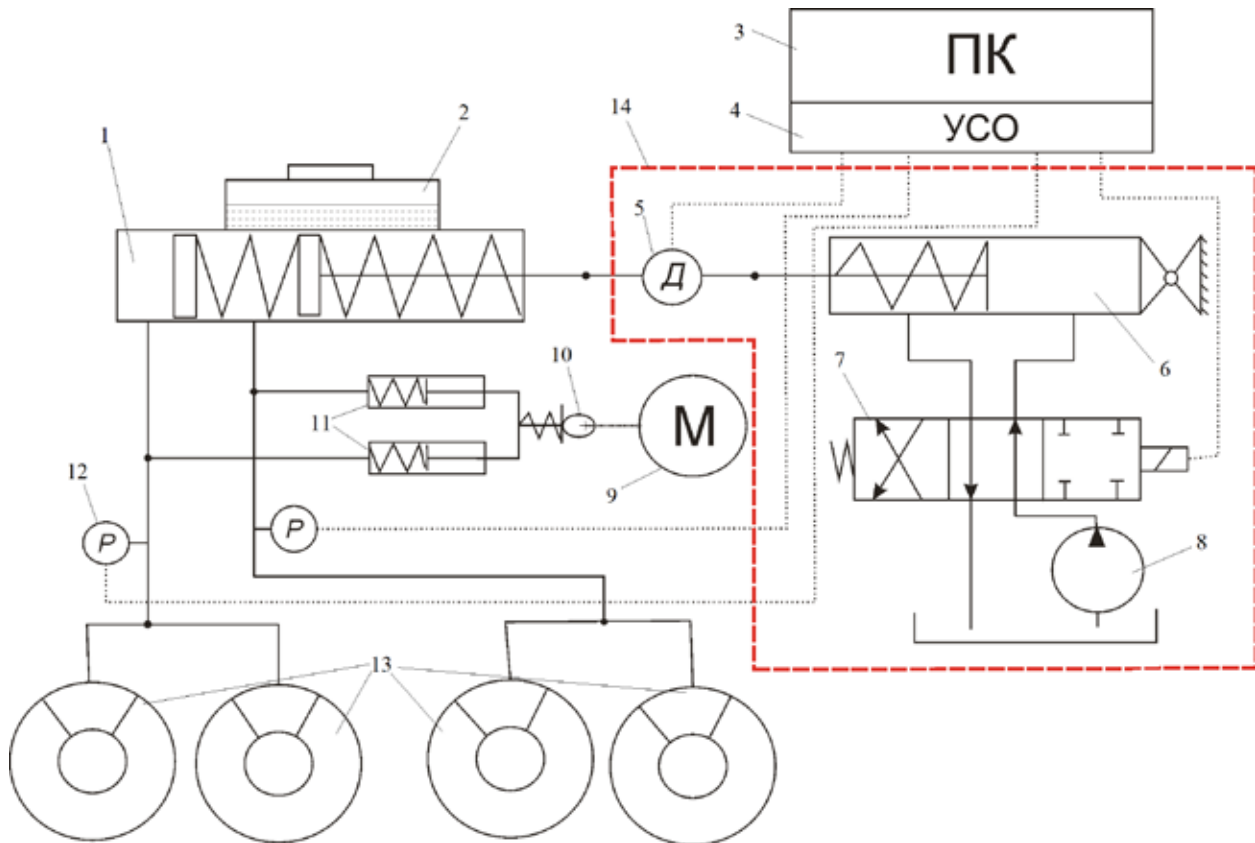


Рис. 2. Схема стенда для испытания тормозных манжет: 1 — главный тормозной цилиндр; 2 — бочек тормозной жидкости; 3 — персональный компьютер; 4 — устройство сопряжение объектов; 5 — динамометр; 6 — гидроцилиндр; 7 — золотник; 8 — насосная станция; 9 — электродвигатель; 10 — кулачок; 11 — гидроцилиндры модулятора; 12 — датчик давления; 13 — дисковый тормозной механизм; 14 — дополнительно вводимые элементы

Для приближения условий испытаний к наиболее реальным, необходимо внедрение дополнительного гидроцилиндра 6 (выделено на рис. 2), что поспособствует более точному воспроизведению процесса торможения, так как уплотнения в главном тормозном цилиндре совершают, помимо малых амплитуд, также большие, что характерно для работы ГТЦ на автомобиле, оснащённом системой ABS. Так же установлен динамометр, для того чтобы контролировать жесткость нажатия в пределах 15–25 кН/м, что характерно для человека. Таким образом, мы можем приблизить условия стендовых испытаний уплотнительных манжет на долговечность к реальным, с помощью которых можно наблюдать, как будут вести себя уплотнения в ГТЦ.

Гидроцилиндр 6, имитирующий нажатие на педаль ноги водителя, с помощью задающей программы, которая управляет насосной станцией 8, посредством золотника 7, имитирует самый опасный вид торможения — экстренный,

при котором срабатывает антиблокировочная система. Электродвигатель 9, крутящий момент от которого передается посредством ременной передачи кулачку 10, который, воздействуя на штоки цилиндров модулятора давления 11, приводят к возникновению колебаний давления в гидравлическом тормозном приводе что характерно для работы ABS. При этом в главном тормозном цилиндре 1 и в рабочих цилиндрах, расположенных на дисковых тормозных механизмах 13 происходят колебания давления тормозной жидкости, под действием которых манжеты главного тормозного цилиндра 1 совершают возвратно-поступательные движения. В процессе работы происходит изнашивание манжет главного тормозного цилиндра 1, что способствует падению давления в гидравлическом приводе. Величина давления гидравлического привода определяется с помощью датчиков давления 12, соединенных через устройство сопряжения объектов 4 с персональным ком-

пьютером 3. При возникновении признаков потери герметичности в главном тормозном цилиндре 1 производится остановка электродвигателя 9 и разборка главного тормозного цилиндра 1. Затем производится сравнительный анализ результатов измерений, проведенных до и после ресурсных испытаний. Процесс повторяется с различными манжетами для выявления оптимальной конструкции.

Методика проведения испытаний на долговечность уплотнительных манжет заключается в следующем:

1) определение начальных параметров манжеты путем измерения ее веса, объема, геометрических размеров и последующая сборка установки;

2) определение давления в гидроприводе и установка диапазона изменения давления;

3) проведение испытаний возможно по методике, представленной в таблице 1 [1] и дополненной циклами, имитирующими экстренное нажатие на педаль водителем:

Таблица 1

Параметры испытаний	Значения параметров	
	ГОСТ Р 52431–2005	Предлагаемая методика
Частота пульсаций давления	30–60 циклов в мин. (0,5–1 Гц)	10–15 Гц
Амплитуда перемещения поршней ГТЦ	Не менее 2/3 от полного хода (в среднем 8–10 мм)	1–3 мм
Изменение давления в системе	0–7 МПа	0–12 МПа
Температура	70 ± 15 °С	35 ± 15 °С

4) остановка испытаний при потере герметичности ГТЦ, что обычно сопровождается падением давления и подтеканием тормозной жидкости;

5) разборка главного тормозного цилиндра с последующим анализом параметров уплотнительных манжет;

6) повторение процесса с различными конструкциями манжет, а также с применением фторопластовых колец и дальнейшее выявление оптимальной конструкции методом сравнения состояний.

Литература:

1. Влияние рабочего процесса АБС на долговечность элементов шасси автомобиля: монография / А.А. Ревин, М.В. Полуэктов, М.Г. Радченко, Р.В. Заболотный; под ред. А.А. Ревина. — М.: Машиностроение, 2013. — 222 с.
2. Дыгало, В.Г. Технологии испытания систем активной безопасности автотранспортных средств: монография / В.Г. Дыгало, А.А. Ревин. — М.: Машиностроение, 2012. — 387 с.
3. П. м. 88324 РФ, МПК В60Т 17/22 Стенд для испытания деталей гидравлического тормозного привода / М.В. Полуэктов, М.Г. Радченко, А.А. Ревин; ВолгГТУ. — 2009.

Обзор и анализ характеристик кораблей проекта 1144

Попов Артем Евгеньевич, студент

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

В данной статье приведены и проанализированы характеристики кораблей проекта 1144 на примере последнего корабля серии, «Петра Великого». Сделан вывод об эффективности подобных кораблей в составе ВМФ РФ.

Ключевые слова: ТАРКР, ТАРК, 1144, Петр Великий, атомный крейсер, ПКР Гранит

Тяжелые атомные крейсеры проекта 1144 — серия из четырех крейсеров, построенных на Балтийском заводе с 1973 по 1989 годы, единственные в составе российского ВМФ надводные корабли с ядерной энергетической установкой. По состоянию на 2016 г. в строю находится только «Петр Великий»

«Петр Великий» — четвертый по счёту и единственный находящийся в строю тяжёлый атомный ракетный крейсер (ТАРКР) третьего поколения проекта 1144.

«Петр Великий» — это сверхсложная в боевом и техническом отношении система. Специалисты считают его даже более сложным, чем атомный подводный ракетносец.



Рис. 1. ТАПКР «Пётр Великий»

На «Петре Великом» сосредоточена едва ли не вся номенклатура существующих боевых средств нашего надводного флота.

$$L/B = 8,7$$

$$L/T = 27,4$$

$$B/T = 3,13$$

$$= 0,4$$

L-длина корпуса

B-ширина корпуса

T-осадка

δ- коэффициент общей полноты

Основные тактико-технические элементы:

- водоизмещение стандартное — 23750 тонн
- полное - 26290 тонн
- длина наибольшая - 251,1 метра
- длина по ватерлинии - 230 метров
- ширина - 28,5 метра
- осадка - 9,1 метра

- скорость - 30 узлов (около 55 км/ч)
- Энергетическая установка: 2 ядерных реактора типа КН-3, мощностью 300 МВт
- Автономность плавания — 60 суток по продовольствию и запасам, 3 года по топливу
- Двигатель: 2 гребных винта

Вооружение:

Основу вооружения крейсера составляют противокорабельные ракеты «Гранит»

На крейсере размещено 20 ракет в индивидуальных пусковых установках, расположенных под палубой. Атакуют ракеты группой. Основная ее часть, которая невидима для радаров, несется над водой, одна ракета летит высоко, отвлекая на себя вражескую систему ПВО и координируя действия остальных. Если же ее сбивают, место лидера занимает следующая. Прибыв в район атаки, «Граниты» включают головки самонаведения, за доли секунды распределяют цели между собой и поражают их. Благодаря такому



Рис. 1. Крылатая ракета «Гранит» разработки ОКБ-52

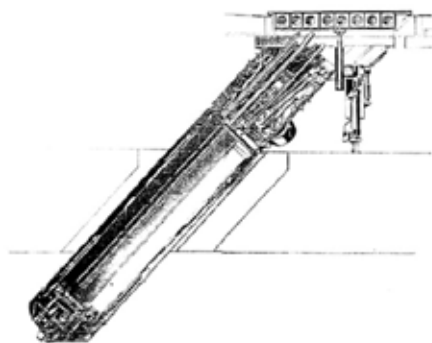


Рис. 2. Пусковая установка комплекса ПКР «Гранит»

способу цели будут поражены в любом случае. Для уничтожения надводных кораблей используется проникающая боевая часть с 750 килограммами мощной взрывчатки. Подлодки топят ядерной БЧ мощностью 500 килотонн — такого взрыва на поверхности достаточно, чтобы уничтожить любой подводный аппарат на глубине до километра.

Система противовоздушной обороны крейсера состоит из 3 «рубежей». На первом «рубеже» 12 пусковых установок зенитно-ракетного комплекса — «Форт»(С-300Ф)

Данный комплекс размещен под палубой и имеет в боекомплекте 48 зенитных ракет.

Также крейсер оснащен более современным комплексом ПВО- «Форт-М»(С-300ФМ)

В этом комплексе улучшены характеристики ракеты и увеличена дальность полета, теперь она составляет 200 км против 150 км в С-300Ф, но пришлось уменьшить боезапас до 46 ракет. Комплексы могут поражать цели, летящие со скоростями до 1800 м/с

ПВО второго «рубежа» состоит из двух восьмитрубных контейнерных зенитно-ракетных комплексов «Кинжал».

Главной задачей комплекса является уничтожение целей, прорвавшихся через первую линию обороны крейсера. Возможен обстрел сразу 4 целей, летящих со скоростью до 700м/с и высотой полёта от 10 до 6000 м. Благодаря этому можно поражать как дозвуковые, так и сверхзвуковые ракеты, летящие на различных высотах.

Третий «Рубеж» состоит из 6 ЗРАК «Кортик», два из которых расположены в носу, остальные 4 в кормовой части корабля.»Кортик» — российский зенитный ракетно-артиллерийский комплекс, который предназначен для обороны кораблей и стационарных объектов от высокоточного оружия (противокорабельных ракет), воздушных целей (самолеты, вертолеты), а также для обстрела малоразмерных морских и наземных целей. Комплекс имеет полную автоматизацию боевой работы от обнаружения до поражения цели.

Артиллерийское вооружение крейсера состоит из спаренной 130-мм арт-установки АК-130. Данная установка может поражать морские, береговые и воздушные цели.

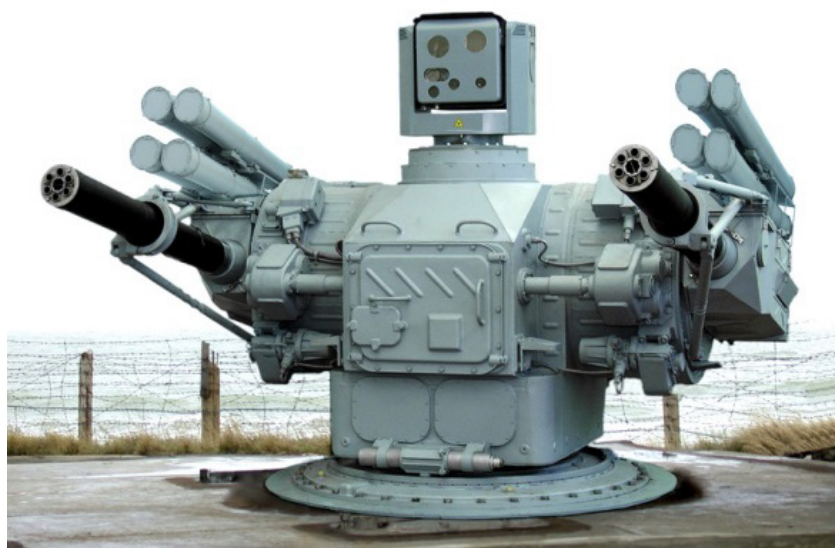


Рис. 3. Комплекс ПВО «Кинжал»

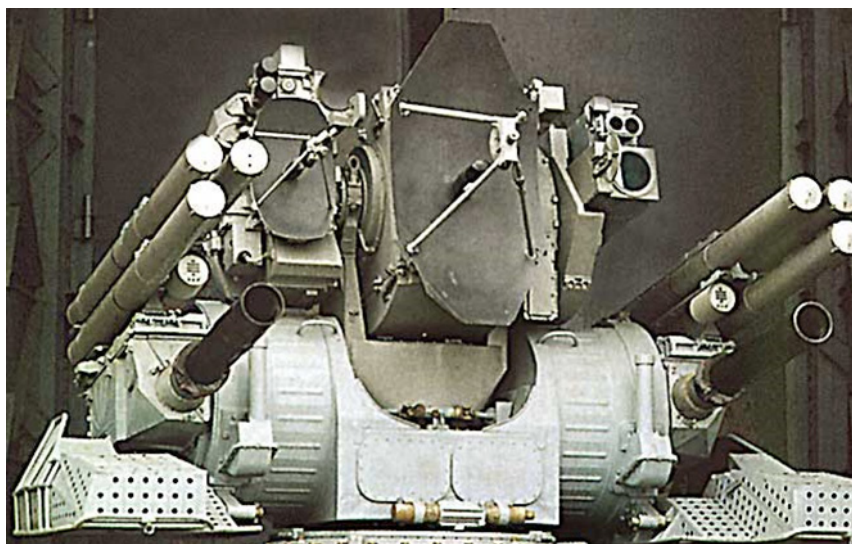


Рис. 4. Корабельный зенитный ракетно-артиллерийский комплекс «Кортик»

Противолодочное вооружение представлено множеством антенн, ракето-торпедами РПК-6М «Водопад», которые способны поражать подводные лодки противника на дальностях до 60 км, а также глубинными бомбами «Смерч-3».

От торпед «Пётр Великий» защищен противоторпедным комплексом РКПТЗ-1 «Удав-1М». Данный комплекс выстреливает 3 типа снарядов на разные дистанции, тем самым формируя эшелонированный заградительный рубеж. Первыми идущую к крейсеру торпеду встречают ложные цели, они «водят за нос» головку самонаведения плав-снаряда до полной остановки его двигателя. При прорыве этого рубежа торпеда влетает в дрейфующее минное поле, если и это не помогло, то «Удав» стреляет глубинными снарядами на поражение.

Краткая история создания:

Крейсер был заложен в 1986 году на стапеле Балтийского завода. 25 апреля 1989 года спущен на воду. Распад СССР и отсутствие стабильного финансирования растянули строительство «Петра Великого» на долгих 12 лет. Крейсер в ожидании финансирования своей достройки едва не утонул прямо у причала Балтийского завода. Наконец, через 10 лет после закладки, в середине октября 1996 года он вышел на ходовые испытания. А в 1998 году вступил в состав флота.

Что же в итоге?!

Крейсеры проекта 1144 были первыми и стали последними атомными надводными ракетносцами ВМФ СССР, первыми кораблями большого водоизмещения, построенными после длительного перерыва, и наиболее крупными неавианесущими кораблями, построенными после Второй мировой. Но при несомненных достоинствах — мощном наступательном вооружении, высокой автономности и впервые

применённых в советской практике ЗРК корабельного базирования большого радиуса действия, корабль, тем не менее, трудно признать полностью удачным. Размеры и стоимость ракетного крейсера проекта 1144 очень велики, ударные же функции уступают более дешёвым подводным ракетносцам проекта 949 и 949А. Для того, чтобы противостоять современным противокорабельным ракетам, авиационным пушкам и бомбам небольшого калибра, корабль следовало оснастить хотя бы минимальной броневой защитой.

Основная функция корабля — нанесение ракетных ударов по авианосной ударной группе ВМС США — является выполнимой, фактически, только при внезапном нападении. Как оружие возможного ответного удара корабль существенно уступает ПЛАРК проекта 949 и 949А из-за большей заметности для противника и большей уязвимости. Между тем поддержание его технически исправным и боеготовым требует больших капиталовложений. Недостатки отечественной промышленности и нехватка финансирования, которые привели к затягиванию сроков постройки этой серии кораблей, свели всю новизну применяемых в них решений к минимуму. Стоит сказать, что вообще эффективность крейсеров-одиночек в противодействии авианосным группам считается довольно сомнительной. Видимо, в связи с этим все чаще «Петр Великий» используется в составе более крупных соединений, включающих большие противолодочные и десантные корабли, суда обеспечения и субмарины. Нечёткое определение роли корабля при проектировании вынудило конструкторов оснастить систему множеством разнообразных видов вооружения, что сделало корабли многоцелевыми, но усложнило обслуживание и создало проблемы с определением тактико-технической ниши корабля.

Литература:

1. Кузин, В. П. Атомные ракетные крейсера проекта 1144

2. А. С. Павлов. Атомные крейсера типа Киров (пр. 1144)
3. Ненахов, Ю. Ю. Энциклопедия крейсеров 1910–2005. — Минск: Харвест, 2007г.
4. Соколов, А. Н. Советский ракетный крейсер. Зигзаги эволюции. — М.: Военная книга, 2006
5. Широкопад, А. Б. Флот, который уничтожил Хрущёв. — М.: АСТ, 2004.

Обоснование и анализ процесса взаимодействия пальцевого рабочего органа загрузчика с массой вороха клевера

Раззаков Тура Холмурадovich, кандидат технических наук, доцент;
 Тоштемиров Санжар Жуманиязович, старший преподаватель
 Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Анализ взаимодействия элементов любого рабочего органа с материалом позволяет изучить физическую сущность возникновения сопротивлений, на преодоление которых приходится тратить определенный запас энергии. Сопротивление отделение слоя вороха с пальцевым рабочим органом, как и любым другим ротационным органом, является функцией многих переменных, характеризующих физико-механические свойства материала, геометрические размеры отделяемого слоя, кинематические и конструктивные параметры пальцев [1].

В соответствии с теорией фрезерных и других ротационных рабочих органов почвообрабатывающих машин, созданной трудами В. П. Горячкина, В. А. Желиговского, В. А. Яцука и др. применительно к пальцевому рабочему органу сила сопротивления на отделение им слоя вороха может быть представлена в виде суммы следующих слагаемых (рис. 1).

1. Сила сопротивления внедрению пальцев в ворох $P_{вн}$.
2. Сила сопротивления отрывку слоя вороха от монолите $P_{атр}$.
3. Сила сопротивления на преодоление трения $P_{сг}$.
4. Сила сопротивления со стороны инерционных сил $P_{ин}$.

Тогда сила общего сопротивления будет равна (рис. 1)

$$P = P_{вн} + P_{атр} + P_{ин} + P_{сг} \tag{1}$$

Определим аналитически величину и направление составляющих выражения (1).

Сила сопротивления внедрению элементов рабочего органа загрузчика в ворох состоит из силы сопротивления внедрению конической части пальца $P_{кон}$ и силы трения вороха об его цилиндрическую боковую поверхность $P_{тр}$.

Тогда $P_{вн} = (P_{кон} + P_{тр}) \cdot n,$ (2)

где n — число пальцев, одновременно внедряющихся в материал.

Для определения составляющих зависимости (2) рассмотрим силы, действующие на палец (рис.2).

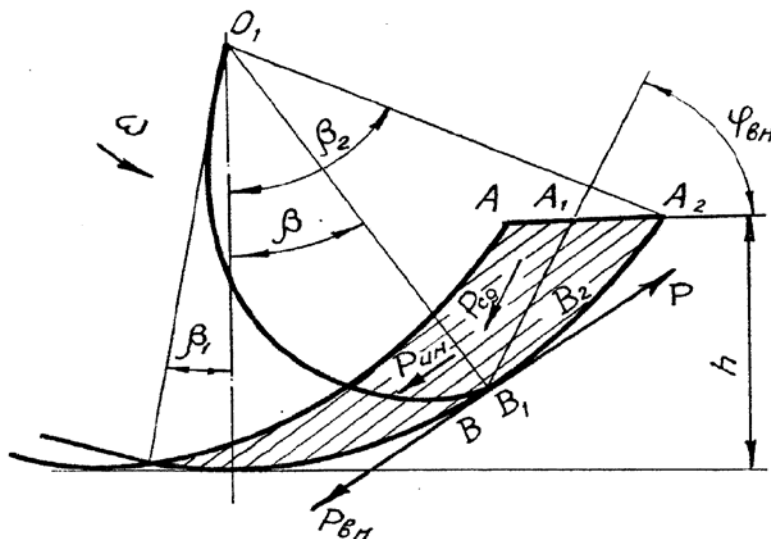


Рис. 1. Схема к определению силы сопротивления отделения слоя вороха

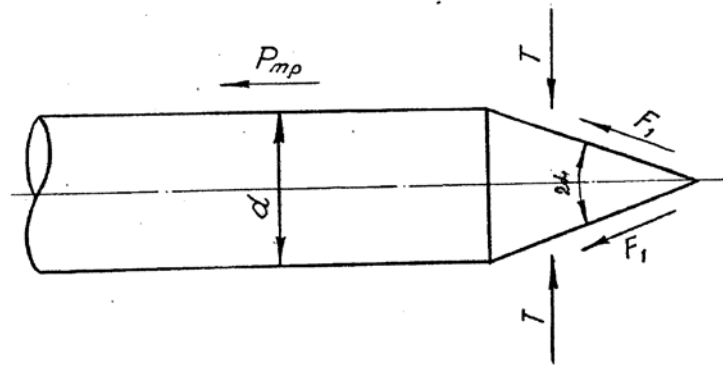


Рис. 2. Схема сил, действующих на рабочий элемент

Сила сопротивления внедрению конической части пальца состоит на сопротивления вдавливанию T и силы сопротивления от трения конической части пальца о ворох $F_{кон}$.

$$P_{кон} = T + F_{кон}, \tag{3}$$

где $T = \sigma_0 S_1 \sin \alpha,$ (4)

а $F_{кон} = F_1 \cos \alpha = \sigma_0 S_1 f \cos \alpha$ (5)

σ_0 — удельное сопротивление вдавливанию конической части пальца в ворох, равное несущей способности монолита;

S_1 — площадь поверхности конической части пальца, м²;

α — угол между образующей и осью симметрии пальца, град;

f — коэффициент трения вороха по стали.

Площадь поверхности конической части пальца может быть определена из выражения

$$S_1 = \frac{\pi d^2}{4 \sin \alpha}, \tag{6}$$

где d — диаметр пальца, м.

Учитывая зависимость (6), выражение (3) после соответствующих преобразований будет иметь вид

$$P_{кон} = \sigma_0 \frac{\pi d^2}{4} (1 + f \operatorname{ctg} \alpha) \tag{7}$$

Силу трения вороха о цилиндрическую поверхность пальца можно определить следующим образом:

$$P_{тр} = \frac{2}{1} a \sigma_1 \pi d \int_0^e dL = \frac{1}{2} f \sigma_1 \pi d L, \tag{8}$$

где $\frac{2}{1}$ — коэффициент учитывающий то обстоятельство, что палец имеет криволинейный профиль, позволяющий

исключить трение между его затылочной частью оставшимся ворохом в бункере;

σ_1 — удельное нормальное давление со стороны слоя вороха на пальцы рабочего органа

L — длина дуги траектории движения конца пальца, по которой происходит контакт слоя вороха с пальцами, изменяющейся от 0 до L м.

Учитывая, что ворох семенников относится к сыпучим несвязанным материалам, у которых отсутствует явление остаточности напряженного состояния, объясняемое действия межмолекулярных сил сцепления между частицами, σ_1 можно определить как сумму сил от массы вороха и инерционных сил, действующих на единицу поверхности, по которой происходит отделение слоя.

Тогда

$$\sigma_1 = \frac{\gamma g V_{cl} \cos \beta + m \omega^2 R_{\sigma}}{F_2}, \quad (9)$$

где γ — объемная масса вороха, кг/м³;

V_{cl} — объем слоя вороха, отделяемого одним рядом пальцев рабочего органа, м³;

F_2 — площадь поверхности, по которой происходит деформация слоя;

β — угол поворота рабочего органа от вертикального положения, град.

$m \omega^2 R_{\sigma}$ — центробежная сила инерции, н;

R_{σ} — радиус окружности, по которой вращается конец пальца, м;

ω — частота вращения рабочего органа, с⁻¹;

m — масса отделяемого слоя вороха.

Сила сопротивления сдвигу вороха при внедрения пальцев может быть определена как

$$P_{cg} = f_{вн} \sigma_1 F_3, \quad (10)$$

где F_3 — площадь сечения слоя, расположенного под углом трения, м²;

$f_{вн}$ — внутренний коэффициент трения вороха.

Угол внутреннего трения может быть определен по общепринятой зависимости

$$\varphi_{вн} = \arctg f_{вн}, \quad (11)$$

Учитывая необходимость расчета наибольшего значения силы сопротивления отделению слоя от массы в бункере загрузчика, в зависимость (10) подставляем максимально возможное значение площади поверхности сдвиге.

Анализ зависимостей (8), (9) и (10) позволяет установить, что в эти зависимости входят длина дуги траектории движения конца пальцевого элемента, по которой отделяется слой вороха от массы в бункере загрузчика, объем и площадь поверхности слоя, отделяемого одним рядом пальцев, а также площадь сечения слоя под углом трения вороха по вороху. Эта величина могут быть определены на основе специальных исследований геометрии отделения слоя вороха от остальной его массы [2].

Литература:

1. Горячкин, В. П. Собрание сочинений. В 3-х томах. — М.: Колос, 1965. Т.—1, 702 с.
2. Дозирование слоя вороха клевера в конвейерные сушилки и обоснование параметров загрузчика. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Горки, 1988.

Изучение конструкции механизмов игл различных швейных машин

Рахмонов Иномжон Мухторович, кандидат технических наук, доцент;

Тухтаева Зебо Шарифовна, кандидат педагогических наук, доцент;

Шаропова Дилдора Хасан кизи, магистр;

Муминова Дилнавоз Комил кизи, магистр

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

При изготовлении одежды применяют разнообразное оборудование, но наиболее широко используют швейные машины. Они служат для выполнения различных работ — для соединения (стачивания) деталей одежды, обметывания срезов ткани для их закрепления и

предохранения от осыпания, втачивания рукавов или воротника, выметывания и закрепления петель, пришивки пуговиц и др.

Швейные машины различного назначения отличаются друг от друга по своим размерам и форме, устройству, по

виду стежков и строчек, сложности выполняемых операций и др. Современные швейные промышленные машины быстроходны. Главный вал стачивающих машин обычно вращается со скоростью 3000—5000 об/мин (а в зависимости от типа машины).

Швейнику очень важно знать, как нужно чистить и смазывать машину, каким образом её можно наладить для устранения неполадок в работе, для шитья тканей других видов. Для получения этих знаний нужно вначале хорошо ознакомиться с устройством машины. Нужно знать:

а) какими деталями передаются движения игле, челноку, нитеводителю, двигателю ткани;

б) какие движения совершают эти детали при вращении главного вала машины;

в) в каких местах создается при этом трение между деталями и как нужно вводить масло, чтобы уменьшить это трение;

г) что следует отрегулировать в том или другом механизме, чтобы он работал хорошо, и как это сделать.

Именно с этой целью и будет рассмотрено устройство машин. Игла, как известно, движется прямолинейно, возвратно-поступательно вниз и вверх. Маховое же колесо и главный вал совершают вращательные движения. Каким же образом происходит преобразование вращательных движений и передача игле возвратно-поступательных движений? Для этой цели использован кривошипно-шатунный (ползунный) механизм, получивший большое применение в самых различных машинах.

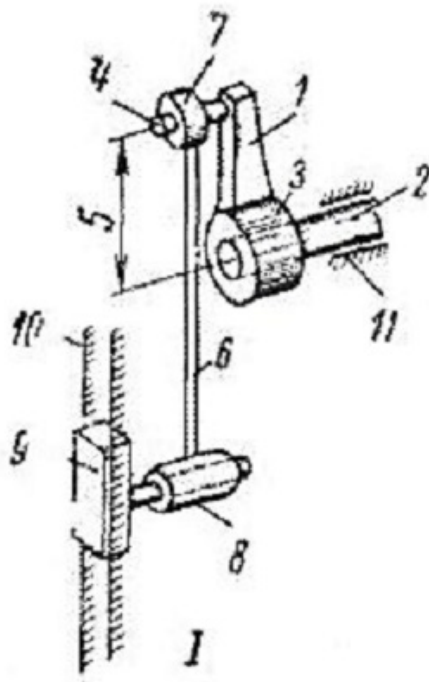


Рис. 1. Устройство кривошипно-шатунного механизма

Кривошипом называется рычаг 1, жестко закрепляемый на вращающемся валу 2. Кривошип может иметь различную форму. В нем различают ступицу 3, закрепляемую на валу, палец 4 и рычаг 1, величина 5 которого измеряется от центра вала 2 до центра пальца 4. На палец 4 кривошипа 1 надевают шатун 6, представляющий собой стержень с двумя головками. Верхнюю головку 7 шатуна и надевают на палец 4. Нижнюю же головку 8 шатуна соединяют с пальцем ползуна 9, расположенного в направляющих 10 корпуса машины. Палец ползуна свободно вкладывают внутрь головки 8. Сравнивая способы соединения кривошипа с валом, шатуна с пальцем кривошипа и пальцем ползуна, видим, что между ними есть большое различие.

Если необходимо закрепить винтом кривошип на валу в строго определенном положении, применяют винт, внутренний конец которого входит внутрь углубления, сделанного для него в валу. Такой винт часто называют сто-

порным, кроме него еще применяют дополнительно упорный винт. Итак, кривошип 1 (рис. 1) закрепляется на валу 2 жестко и вращается вместе с ним. Соединение же шатуна с пальцем 4 кривошипа 1 и с пальцем ползуна 9 делается не жестким, а подвижным — шарнирным. С этой целью диаметр отверстий в головках шатуна должен быть несколько больше диаметра пальцев. Верхняя головка 7 шатуна 6 (рис. 1) свободно надевается на палец 4 кривошипа 1. Внутри нижней головки 8 шатуна 6 свободно вкладывается палец ползуна 9.

Ясно, что зазор между головками шатуна и пальцами должен быть очень небольшим, чтобы только обеспечить свободу движения деталей относительно друг друга. Для выяснения того, почему необходимо шарнирное соединение шатуна с пальцем кривошипа и пальцем ползуна, посмотрим, как работает кривошипно-шатунный механизм.

Устройство механизма иглы, как видно, сходно с устройством кривошипно-шатунного механизма, показанного

на рис. 1. При вращении главного вала 3 и кривошипа 6 шатун 9 совершает плоскопараллельные движения, опускаясь при этом и поднимаясь. Действуя на шпильку 10, он опускает и поднимает как ее, так и закрепленный в ее хомутике игловодитель 12. Верхней 13 и нижней 14 направляющими игловодителя служат две втулки, вложенные в отверстие головки машины и закрепленные в ней винтами. Для облегчения игловодителя 12 его делают коротким и поэтому верхняя направляющая представляет собой трубку достаточно большой длины. Иглу 16 устанавливают внутри иглодержателя в упор и коротким желобком вправо, так как именно с этой стороны носик челнока подходит к игле. При наладке машины нужно расположить ушко иглы очень точно по высоте относительно носика челнока. Если ушко иглы расположено не на должной высоте, нужно переместить вручную вверх или вниз игловодитель, предварительно ослабив закрепление игловодителя внутри хомутика 10 соединительной шпильки.

Нормального размера зазор между иглой и ниткой создается при движении иглы вверх в среднем на 2,5 мм из крайнего нижнего положения. Наиболее расширенная часть зазора со стороны короткого желобка иглы оказывается в среднем на высоте $1,5 \div 2,5$ мм над верхней гранью ушка иглы. Исходя из этого, можно считать, что при нижнем крайнем положении ушко иглы должно быть ниже линии движения носика челнока в среднем на $4,5 \div 5,0$ мм. Если снять игольную пластинку и выдвинуть задвижную пластинку на платформе машины, то при хорошем освещении можно будет видеть взаимное расположение иглы и челнока. При крайнем нижнем положении

иглы носик челнока не находится на линии иглы, а отстоит от нее вправо (если смотреть с фронта машины) примерно на 6–7 мм.

При этом верхняя кромка ушка иглы должна быть на 2 мм ниже носика челнока. Этот момент очень важен, так как именно теперь происходит попадание носика челнока в зазор между иглой и ниткой. Очень важно, чтобы носик челнока подходил к игле своевременно. Но если нормальный зазор образуется позже из-за меньшей упругости нитки или по другим причинам, то в этом случае носик челнока должен подходить к линии иглы позже, например, после подъема иглы на 3 мм. Чтобы взаимное положение челнока и иглы сохранялось прежним, нужно в этом случае, ослабив винты, повернуть слегка челнок на челночном валу и еще больше отвести носик челнока от иглы, чтобы он позже подходил к линии иглы.

Игловодитель же придется несколько опустить (на $0,5 \div 1$ мм). Кроме своевременности подхода носика челнока к игле очень важно проверить, как эти детали расположены относительно друг друга в момент захвата петли. Носик челнока должен проходить мимо иглы, почти касаясь ее. Расстояние между плоскостью носика челнока и иглой должно быть не больше 0,1 мм. Раньше было сказано, что в игле со стороны короткого желобка есть выемка. Внутри этой выемки и должен быть в этот момент носик челнока. Если этого нет, нужно проверить, чем это вызвано. Может быть погнута игла, тогда её нужно сменить. Носик челнока может далеко отстоять от иглы, тогда нужно, ослабив винты на челноке, продвинуть челнок по валу в направлении к игле.

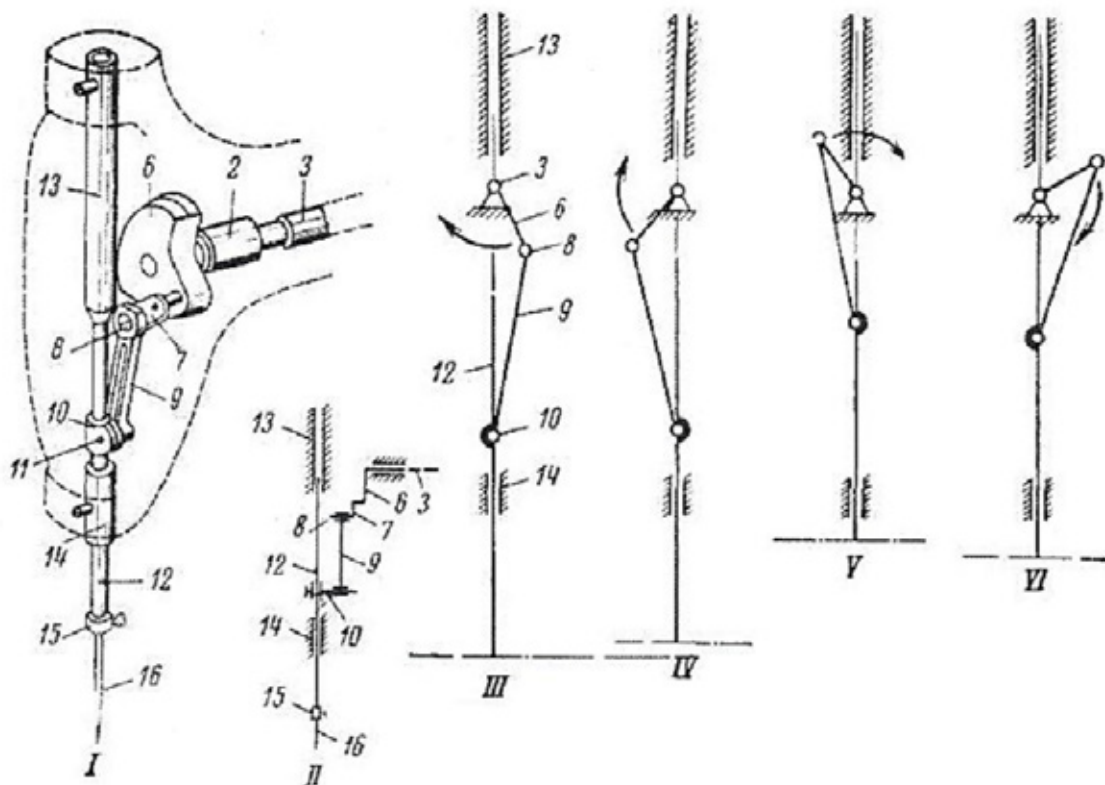


Рис. 2. Схема механизма иглы

Если ушко иглы оказывается выше или ниже, чем нужно, следует, ослабив винт хомутика шпильки, несколько опустить или поднять игловодитель. Очень важно, чтобы при этом игловодитель не повертывался, иначе короткий желобок не будет точно обращен к носику челнока. После регулировки и точной проверки положения иглы следует хорошо закрепить винт 11 в хомутике шпильки (рис. 2). В противном случае при проколе, когда игла преодолевает сопротивление тканей, игловодитель может сместиться вверх внутри хомутика, и положение иглы относительно носика опять станет неправильным. На рисунке 2 кроме конструктивной схемы механизма иглы даны пространственная (рис. 2, II) и плоская (рис. 2, III) кинематические схемы этого механизма. Сравнивая конструктивную и пространственную схемы, можно найти между ними большое сходство, но выполняется пространственная схема проще. При этом не нужно показывать точную форму деталей и можно пользоваться условными изображениями отдельных деталей (звеньев) и их соединений.

Плоская схема изображена со стороны фронта машины в направлении оси главного вала. В этом случае условных изображений в схеме больше. Так, места соединения головки шатуна 9 с пальцем кривошипа 8 и с

пальцем шпильки 10 изображены в виде кружочков. Так показывают шарнирные соединения. Главный вал также изображен в виде шарнира в корпусе машины. На плоских схемах хорошо видно, какое положение будут занимать детали механизма при вращении главного вала. Так, из рисунка 3 видно, что после поворота главного вала на некоторый угол шатун отклонится влево, а игловодитель несколько поднимется из крайнего нижнего положения. Если в плоской схеме все детали изображены в масштабе, можно не только сказать, в каком направлении двигались детали механизма, но и определить величину пути. При смазке машины смазочное масло должно быть пущено внутрь подшипников 1 или 2. Для этого над ними в рукаве машины находятся трубочки с заложенными внутрь них смазочными подушечками. Масло из трубочек через отверстия во втулках попадает внутрь подшипников и оказывается между отшлифованным участком (цапфой) вала и втулкой подшипника.

Таким образом, в работе механизма иглы необходимо прежде всего обращать внимание на положение иглы по высоте. В крайнем верхнем положении острие иглы не должно выступать ниже подошвы прижимной лапки в её поднятом положении.

Литература:

1. Тухтаева, З.Ш., Шаропова Д.Х. Анализ механизма иглы швейных машин при процессе образования челночных и цепных стежков. Молодой учёный. Международный научный журнал. № 7 (111). — Казань, 2016. — стр. 199–201.
2. Чупрова, О.В. Оборудование швейных предприятий и основы проектирования оборудования. Курс лекций. Благовещенск. Издательство АмГУ, 2012. Стр. 44–48.

Метод биометрической аутентификации, основанный на анализе клавиатурного почерка

Рудаков Олег Михайлович, магистрант
Вятский государственный университет

Традиционные методы идентификации личности, в основе которых находятся различные идентификационные карты, или уникальные данные, такие как, например, пароль, не являются надежными в той степени, которая требуется на сегодняшний день.

Важным методом повышения надежности идентификаторов стало использование биометрических технологий. Современные биометрические технологии применяются не только в режимных учреждениях, но и в повседневной жизни. Аутентификации личности пользователя по его физическим признакам, имеет ряд преимуществ: достаточно физических параметров человека, которые уникальны и трудно фальсифицируемы, их трудно забыть или потерять, нет необходимости в запоминании и сохранении

в секрете. Поэтому использование физических параметров при управлении доступом в информационных системах является приоритетным направлением разработки во многих организациях.

Сравнительный анализ показывает, что наиболее надежными системами контроля доступа к информации, в которых не используются карточки, ключи, жетоны, пароли и которые нельзя выкрасть или потерять, являются биометрические системы контроля доступа к информации. Раньше они в основном использовались в государственных учреждениях и там, где предъявляются особые требования к безопасности. В настоящее время биометрические системы контроля доступа к информации завоевывают популярность в банках, фирмах, связанных

с обеспечением безопасности в телекоммуникационных сетях, в информационных отделах фирм. Расширение применения систем этого типа можно объяснить как снижением их стоимости, так и повышением требований к уровню безопасности.

Биометрия — это методы автоматической аутентификации человека и подтверждения личности человека, основанные на физиологических или поведенческих характеристиках. Примерами физиологических характеристик являются отпечатки пальцев, форма руки, характеристика лица, радужная оболочка глаза. К поведенческим характеристикам относятся особенности или характерные черты, либо приобретенные или появившиеся со временем, то есть динамика подписи, идентификация голоса, динамика нажатия на клавиши.

По сравнению с карточками, обычными ключами и другими носимыми идентификаторами, также кодами и паролями доступа, биометрическая идентификация имеет следующие преимущества:

- биометрические характеристики являются частью человека, поэтому их невозможно забыть или потерять;
- биометрический идентификатор невозможно передать другому лицу;
- существенно затруднена подделка «биометрического ключа»;
- бесконтактные биометрические технологии обладают повышенным удобством использования. [1]

Достоинства биометрических идентификаторов на основе уникальных биологических, физиологических особенностей человека, однозначно удостоверяющих личность, привели к интенсивному развитию соответствующих средств.

У всех биометрических технологий существуют общие подходы к решению задачи идентификации, хотя все методы отличаются удобством применения, точностью результатов.

Любая биометрическая технология применяется поэтапно:

- сканирование объекта;
- извлечение индивидуальной информации;
- формирование шаблона;
- сравнение текущего шаблона с базой данных. [2]

Говоря о точности автоматической аутентификации, принято выделять два типа ошибок. Ошибки первого рода («ложная тревога») связаны с запрещением доступа законному пользователю. Ошибки второго рода («пропуск цели») — предоставление доступа незаконному пользователю. Причина возникновения ошибок состоит в том, что при измерениях биометрических характеристик существует определенный разброс значений. Анализ показывает, что хотя ни одна система аутентификации не обеспечивает стопроцентной надежности и что биометрический процесс не дает точного совпадения характеристик, все же он дает чрезвычайно высокий уровень точности.

В 21 веке есть достаточно много способов биометрической аутентификации. Все они делятся качественно на

две большие группы: статические и динамические методы биометрической аутентификации.

Уникальные физиологические, или по другому статические, характеристики каждого человеческого организма, присущие только ему — составляют основу статических методов биометрической аутентификации. Статические характеристики человека не меняются на протяжении всей его жизни и являются неотъемлемыми от него.

Динамические способы основываются на поведенческой (динамической) характеристике человека — особенностях, характерных для подсознательных движений в процессе воспроизведения какого-либо действия (подписи, речи, динамики клавиатурного набора). [3]

Современные исследования показывают, что клавиатурный почерк пользователя обладает стабильностью, что позволяет достаточно однозначно идентифицировать пользователя, работающего с клавиатурой.

В качестве исходных данных используют временные интервалы между нажатием клавиш на клавиатуре и время их удержания. При этом временные интервалы между нажатием клавиш характеризуют темп работы, а время удержания клавиш характеризует стиль работы с клавиатурой — резкий удар или плавное нажатие.

Выбор текста, на котором выполняется обучение системы, — достаточно важный этап для нормального функционирования системы. Предлагаемые пользователю фразы необходимо подбирать таким образом, чтобы используемые в них символы полностью и равномерно покрывали рабочее поле клавиатуры.

Возможна организация «неявного» процесса обучения системы, когда программа перехватывает весь ввод с клавиатуры и соответственно рассчитывает эталонные характеристики пользователя. Данная процедура достаточно легко организуется практически в любой операционной системе.

В задаче идентификации пользователя по клавиатурному почерку важным этапом является обработка первичных данных. В результате этой обработки входной поток данных разделяется на ряд признаков, характеризующих те или иные качества идентифицируемой личности. В дальнейшем эти признаки, подвергаясь статистической обработке, позволяют получить ряд эталонных характеристик пользователя.

Формирование эталонов пользователей — это процесс сбора информации о пользователях на основе их наборных характеристик, которые включают в себя определённые параметры клавиатурного почерка. В дальнейшем эти эталоны записывают в память системы распознавания.

Одной из первых задач с которой сталкиваются в процессе формирования эталонов — это выбор параметров клавиатурного почерка. Существует несколько важных требований предъявляемых к выбранным параметрам: устойчивость значений параметров и их индивидуальность, то есть параметры почерка должны быть различны у различных пользователей.

Преимущества использования клавиатурного почерка для аутентификации:

— Простота реализации и внедрения. Реализация исключительно программная, ввод осуществляется со стандартного устройства ввода (клавиатуры), а значит, использование не требует приобретения никакого дополнительного оборудования. Это самый дешевый способ аутентификации по биометрическим характеристикам субъекта доступа.

— Не требует от пользователя никаких дополнительных действий, кроме привычных. Пользователь так или иначе, наверняка, использует пароль, который можно назначить парольной фразой, по которой будет проводиться аутентификация.

— Возможность скрытой аутентификации — пользователь даже может быть не в курсе, что включена дополнительная проверка, а значит не сможет об этом сообщить злоумышленнику.

Данный метод изучался в работах отечественных и зарубежных ученых, но многие вопросы еще не исследованы до конца. Так максимальная полученная точность аутентификации составляет на данный момент 95% (Леггетт, Умфресс, Уильямс, 1989). [4] Однако для аутентификации по их методу требуется зафиксировать нажатия порядка 5000 клавиш, что неприемлемо для практического использования. Такой же достоверности удалось добиться Шарипову Р.Р., но он для этого использовал специальные

клавиатуры с датчиком, фиксирующим скорость движения клавиши при ее нажатии. [5]

Следовательно, актуальна разработка новых методов, алгоритмов и их реализаций, повышающих надежность систем аутентификации по клавиатурному почерку.

Существует четыре математических подхода к решению задачи распознавания клавиатурного почерка. Наиболее распространенными являются статистический метод и метод на основе нейросетевых алгоритмов. Статистический метод более универсален и имеет ряд преимуществ перед нейросетевым, потому для реализации был выбран именно он.

Важным моментом при реализации данного метода является выбор параметров клавиатурного почерка. В различных работах авторы предлагают использовать множество различных параметров клавиатурного почерка: межсимвольные интервалы, времена удержания клавиш, характерные опечатки, скорость движения клавиш при их нажатии.

В качестве параметров клавиатурного почерка были выбраны различные времена удержания клавиш, времена между нажатиями клавиш и дисперсии, в общей сложности 15 параметров.

В результате был разработан программный модуль аутентификации пользователей по клавиатурному почерку. Данная разработка позволит существенно повысить безопасность существующих информационных систем и предотвратить несанкционированный доступ.

Литература:

1. Казарин, М.Н. Разработка и исследование методов скрытного клавиатурного мониторинга [Текст]: автореф. дис... канд. техн. наук; 05.13.19. /Таганрог, 2006. — 181 с.
2. Барабанова, М.И., Кияев В.И. Информационные технологии: открытые системы, сети, безопасность в системах и сетях [Текст]: Учебное пособие/ Барабанова М.И., Кияев В.И. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. — 267 с.
3. Иванов, А.И. Биометрическая идентификация личности по динамике подсознательных движений [Текст]: Монография./ Иванов А.И. — Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2000. — 188 с.
4. G. Leggett, J. Williams and D. Umphress. Verification of User Identity via Keystroke Characteristics. Human Factors in Management Information Systems, 1989.
5. Шарипов, Р.Р. Разработка полигауссового алгоритма аутентификации пользователей в телекоммуникационных системах и сетях по клавиатурному почерку: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.12.13 / Р.Р. Шарипов. — Казань, 2006. — 16 с.

Разработка автоматизированной системы управления процессом вулканизации резинотехнических изделий

Савчиц Артем Вячеславович, кандидат технических наук, доцент;

Шкляр Надежда Анатольевна, студент

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

В данной статье рассматривается проект модернизации гидравлических вулканизационных прессов типа РНГ-60–212/4, выполненный с целью повышения производительности и качества получаемых изделий при минимальных затратах на разработку и внедрение модернизированной системы управления прессом.

Данные пресса эксплуатируются на предприятии ООО «АВТОПРОГРЕСС» (г. Волжский, Волгоградской области), которое выпускает армированные автозапчасти для разных марок автомобилей.

В результате длительной эксплуатации прессов стали возникать частые поломки и сбои в их работе. Повысилось количество брака из-за некачественной работы системы управления процессом вулканизации. Усугубляют положение — операторы пресса, которые самовольно нарушают технологический режим вулканизации изделия: за счет повышения температуры вулканизации, выше технологических границ, они пытаются повысить общую производительность путем сокращения времени вулканизации. В итоге — они быстрее получают партию готовых изделий, но с большим количеством брака.

Описание процесса вулканизации:

Оператор, заранее установив пресс-форму (поз. 8, рис. 1) на нижнюю плиту (поз. 4), запускает пресс на прогрев при одновременном закрытии. Регулирование температуры нагрева нижней (поз. 3) и верхней (поз. 4) плиты ведется двухпозиционным регулятором. По истечении вре-

мени нагрева плит, открывается пресс для дальнейшей работы.

Открытие пресса осуществляется за счет включения насоса высокого давления (поз. 6) и гидрораспределителя (поз. 5). После полного открытия пресса, оператор производит закладку арматуры и резины в пресс-форму, а затем подаёт команду на закрытие пресса.

Закрытие пресса осуществляется за счет включения одновременно двух насосов: высокого давления (поз. 7) и низкого давления (поз. 6). Срабатывает гидрораспределитель (поз. 5) и масло, из маслобака попадая в гидроцилиндр (поз. 1) начинает приводить в движение плунжер гидроцилиндра (поз. 2), при достижении давления в 16 мпа — низконапорный насос отключается. высоконапорный насос продолжает работу до тех пор пока давление не достигнет 20 мпа, затем он отключается. происходит смыкание плит (поз. 3, 4). Заданное значение давления устанавливается на электроконтактном манометре.

Длительность вулканизации задается оператором с помощью реле времени. По истечении времени вулкани-

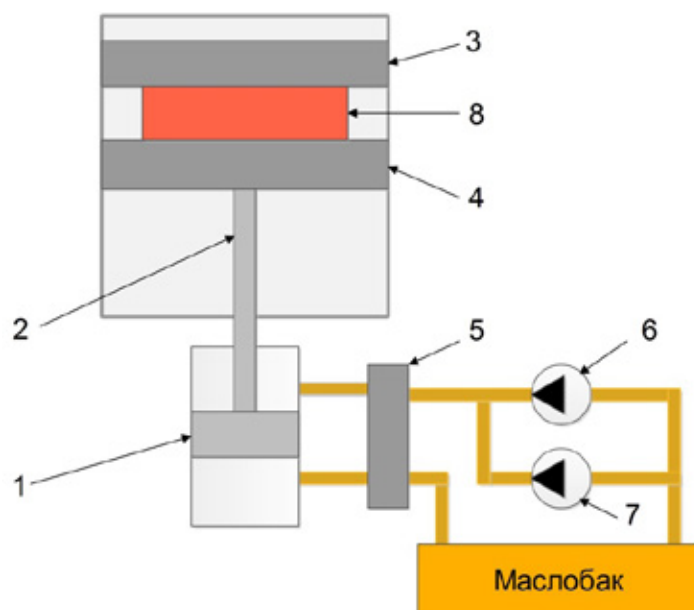


Рис. 1. Упрощенная схема пресса

зации происходит автоматическое или ручное открытие прессы.

Исходя из этого, был предложен следующий подход для модернизации системы управления прессами:

В разрабатываемом проекте большая часть технических решений базируются на отечественном производителе средств автоматизации — фирмы ОВЕН.

Внедрить в систему световую и звуковую сигнализацию о завершении процесса вулканизации.

Заменить контакторы для управления ТЭНами на твердотельные реле. Это позволит повысить надежность работы системы управления, а так же точность поддержания заданной температуры вулканизации за счет применения аналогового регулятора с ШИМ-выходом взамен позиционного регулятора.

В цеху установлено 5 однотипных вулканизационных прессов, поэтому в работе предлагается к внедрению распределенная система управления. Система будет состоять из одного центрального и пяти локальных щитов управления (рисунок 2). Локальные щиты будут располагаться у каждого прессы, центральный в операторской. В центральном щите управления будет располагаться панельный контроллер СПК110 фирмы Овен, а модули УСО и вся коммутирующая аппаратура в локальных щитах. Связь между контроллером и модулями УСО осуществляется по промышленному интерфейсу RS-485. С помощью центрального щита управления операторы смогут формировать, из заранее сформированного списка, задания (рецептуры) для вулканизации требуемых изделий на конкретном прессе. В рецептуру входит: номер пресс-формы, марка резины, температура и время вулканизации. При этом изменить заложенные рецептуры будет нельзя

без пароля или разрешения главного технолога/мастера. Так же центральный щит управления позволит вести оперативный контроль над процессом вулканизации на всех прессах в цехе.

На лицевой панели локальных щитов будут располагаться элементы индикации (как световой, так и цифровой) и элементы управления запуском и аварийным остановом процесса вулканизации, а также ручное дублирование пуска /останова насосов высокого и низкого давления.

Объектом автоматического регулирования выбраны плиты.

Нагреванию плит производится с помощью специальных ТЭНов, расположенных в плитах: температура на плитах автоматически регулируется с точностью $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ регулятором 2ТРМ1 (Рисунок 3).

Построение математической модели объекта управления.

Математическая модель в работе разрабатывалась на основе экспериментальных данных, полученных при вулканизации деталей на прессах типа РНГ-60–212/4, при заданной температуре 165°C , погрешность $\Delta=0,2$, время вулканизации 15 мин.

Из графика видно, что температура вулканизации не достигает заданной, при этом колебания температуры относительно задания составляют $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Хотя допустимые колебания не должны превышать $0,2^{\circ}\text{C}$. Такое поведение системы негативно сказывается на качестве изделий — появляются пузыри и липкость. Поэтому в работе предлагается замена двухпозиционного закона регулирования на ПИ — закон с выходным сигналом в форме ШИМ.



Рис. 2. Структурная схема распределенной АСУТП

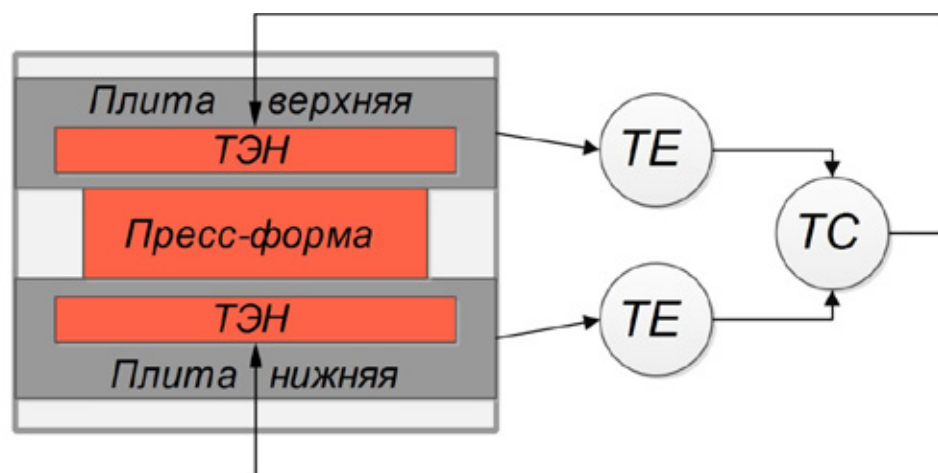


Рис. 3. Схема регулирования температуры

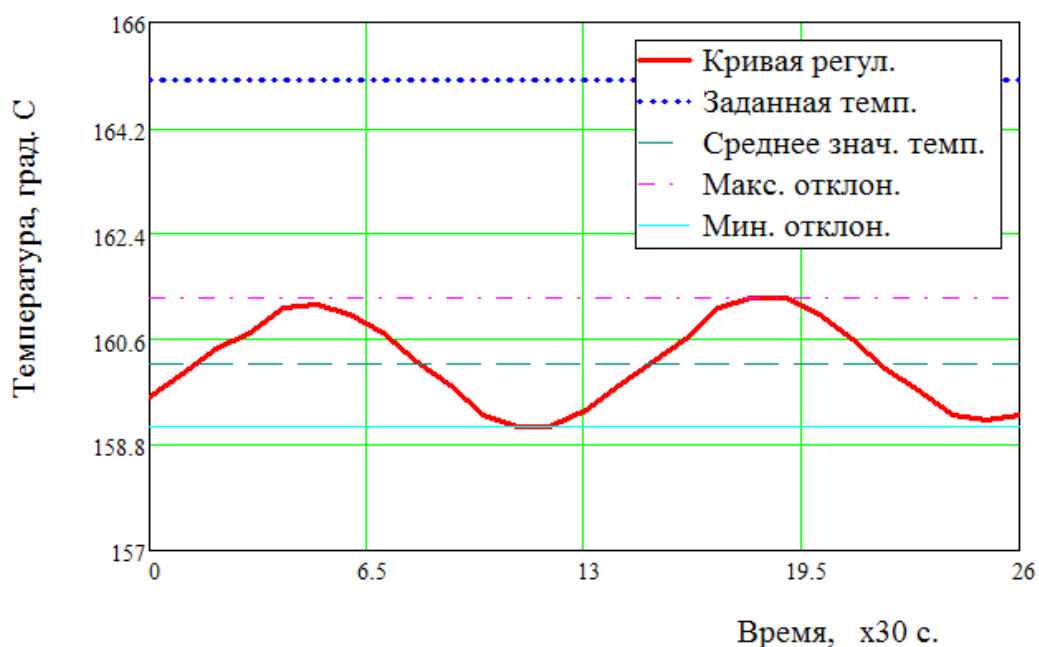


Рис. 4. Кривая регулирования процесса вулканизации

Литература:

1. Нестеров, А.Л. Проектирование АСУТП. Методическое пособие. Книга 1 — СПб.: ДЕАН, 2010. — 552 с.
2. Каталог продукции ОВЕН, 2015 <http://www.owen.ru/>, дата обращения на сайт 15.01.2016 г.
3. Аверко-Антонович, Ю.О. Технология резиновых изделий. Учебное пособие для вузов, 1991. — 352 с.
4. Бекин, Н.Г. Оборудование и основы проектирования заводов резиновой промышленности. Учебное пособие для вузов, 1985. — 504 с.
5. Дьяконов, В.П. VisSim+MathCAD. Визуальное математическое моделирование. — М.: СОЛОН-Пресс, 2004. 384 с.: ил.

Подсистема проектирования одежды промышленного производства по индивидуальным заказам населения

Саидкулов Сардор Олтибоевич, ассистент;
Якубов Джурабек, ассистент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Более полное удовлетворение потребностей населения одеждой хорошего качества возможно путем перевода ее производства по индивидуальным заказам на промышленную основу с одновременным учетом различных особенностей телосложения фигур потребителей. Для решения этой задачи может быть использована система автоматизированного проектирования одежды, позволяющая учесть все многообразие требований, предъявляемых к качеству изделий, и объединить индивидуальные методы приема заказов с промышленными методами их изготовления. Наиболее целесообразно решение этой задачи осуществлять путем создания не самостоятельной САПР, а как подсистемы действующей или проектируемой САПР одежды промышленного производства.

На стадии технического задания в системе информационно-программного обеспечения (СИПО) разрабатывается алгоритм и программа выбора конструкции базовой основы изделия в соответствии с особенностями телосложения фигуры заказчика. При этом используется следующая условно-постоянная информация: значения ведущих размерных признаков фигур типового телосложения, их интервалы безразличия и классификация типовых фигур в соответствии с отраслевыми стандартами; классификация типов осанки фигур и величины интервалов безразличия по признакам осанки для различных видов одежды и материалов.

На стадии технического предложения осуществляется выбор вариантов композиционных конструктивных решений моделей будущей коллекции в соответствии с техническими требованиями и показателями качества, определяемыми в системе моделирующей организации (СМО).

Выбор вариантов и создание эскизов моделей коллекции производится на стадии эскизного проектирования в СМО. Задачей СМО на стадии технического проектирования является разработка конструкции моделей коллекции; осуществляется отработка лекал базовых основ с помощью эргономического анализа, а также с использованием манекенов одежды для фигур типового и нетипового телосложения. Для уменьшения сроков проектирования коллекции образцов-эталонов моделей и использования при этом типовых проектных процедур на стадии технического проекта целесообразно применять методы стандартизации и унификации деталей и узлов изделий. Для этого в СИПО разрабатываются соответствующие каталоги унифицированных лекал основных и производных деталей одежды. Работы в СМО на стадии технического проектирования заканчиваются оценкой качества конструкций моделей будущей коллекции. При положительной оценке

в СИПО разрабатываются алгоритмы и программа для построения конструкций изделий на ЭВМ.

На стадии рабочего проектирования с учетом того, что разработка каждой модели коллекции осуществляется на базисный размер типовой фигуры (в своей полнотной группе); предусмотрена градация лекал деталей в соответствии с ростом и размером фигуры заказчика.

Выполнение этапов работ в системе обслуживания заказчиков (СОЗ) на ЭВМ происходит в такой последовательности. В соответствии с переменной информацией о величинах размерных признаков фигуры заказчика происходит определение его роста, размера и полнотной группы, а также признаков осанки, затем определяют базисный размер типовой фигуры, на который рассчитывается базовая основа конструкции изделия в данной размерно-полнотной группе. Далее определяются особенности телосложения фигуры заказчика (осанка и т. п.).

Автоматизированный выбор, расчет и построение конструкции изделия осуществляют в СМО с учетом переменной информации индивидуальных особенностях фигуры заказчика, а также с учетом закодированной переменной информации о силуэте, покрое и членении поверхности выбранного образца-эталона модели и желаемом изменении конструкции изделия,

На стадии разработки рабочей документации осуществляется изготовление лекал, их градация и раскладка.

Изготовление изделий осуществляется по заранее отработанным лекалам конструкций базовых основ и образцов-эталонов моделей, поэтому надобность в примерках отпадает. В изделиях особо сложных моделей может быть предусмотрена одна примерка для уточнения расположения модельных линий и декоративно-конструктивных элементов на фигуре заказчика.

Рассмотренная подсистема автоматизированного проектирования одежды позволяет соединить интересы индивидуального потребителя и производства, повысить эффективность производства одежды по заказам населения и значительно сократить штат закройщиков. При этом гарантируется высокое качество одежды (так как она изготавливается по отработанным лекалам моделей образцов-эталонов коллекции).

Одной из главных предпосылок создания подсистемы управления качеством в САПР одежды является необходимость выразить в количественной форме критерий оптимальности проекта, измерить и оценить качество проектируемого изделия.

Методика оценки качества проектных решений, представленная на схеме 5.9, сводится к установлению ве-

личин коэффициентов весомости показателей качества G ; согласно назначению изделия, определению сначала абсолютных, а затем относительных и, наконец, комплексных показателей, где индексы наименований первого и последнего показателя в группе, подсистеме или системе. Коэффициенты весомости могут быть определены на основе ранее полученных данных по полной номенклатуре показателей качества одежды внутри каждой группы методом парного сравнения.

При этом под браковочным (предельным) значением односторонне возрастающего (убывающего) показателя качества понимается такое значение, при котором «обобщенный» потребитель.

Блок-схема алгоритма расчета единичных относительных и комплексных показателей уровня качества проектного решения новой модели одежды.

Под эталонным значением показателя качества понимается такое значение, при котором дальнейшее его повышение нецелесообразно либо не имеет существенного значения для потребителя, а на шкале единичных относительных оценок ему соответствует 100 баллов ($K_i = 100$).

Комплексный относительный показатель качества изделия рассчитывают как средневзвешенный арифметический АК и геометрический ГК показатели от его единичных показателей, используя следующие математические модели.

Уровень качества изделия по групповым и единичным показателям выражается в столбальной шкале.

Для расчета и прогнозирования оптимальных параметров конструкции одежды можно также использовать функцию желательности. Оптимизация параметров базовых основ и типовых базовых конструкций позволяет улучшить их внешний вид, повысить удобство и надежности в эксплуатации, снизить не менее чем на 0,5–1,0% материалоемкость без каких-либо заметных изменений структуры внешней формы изделий.

Принятие обоснованных проектных решений при технико-экономической обработке базовых основ и типовых базовых конструкций до запуска в массовое производство позволяет повысить рентабельность проектируемых изделий.

Подсистема проектирования лекал производных деталей должна обеспечивать разработку конструкций лекал деталей подкладки, прокладочных деталей и вспомогательных лекал на основе разработанных конструктором лекал деталей из основной ткани. Информационная база подсистемы должна формировать с учетом включения ее в общую систему, т. е. она должна быть совместима по всем видам обеспечения.

Для подсистемы проектирования лекал производных деталей выполняется разработка и получение следующей информации: разработка схем кодирования исходной информации и представление в виде классификатора на лекала производных деталей;

— информация о контурах лекал основной детали на базовый размер и рост;

— разработка условно-постоянной информации на преобразование лекал основной детали;

— создание файла приращений к конструктивным точкам лекал основных деталей для построения лекал производных деталей. Этапы разработки лекал производных деталей на примере мужского пиджака представлены в укрупненной блок-схеме.

Эта схема представляет собой логическую последовательность решения задачи построения полного комплекта лекал произвольных деталей, включающих: детали подкладки, производные детали из дублирующей и прокладочной ткани, вспомогательные лекала и т. д.

Проектно-конструкторскую документацию на проектировании лекал производных деталей представляют: техническое задание на проектирование; карта на преобразование лекал основных деталей в лекал производных деталей;

Построение положения новых конструктивных точек и новых конструктивных линий детали комплектовочная карта на проектирование лекал производных деталей для серии моделей;

— карта-задание на проектирование вспомогательных лекал. Карта на преобразование лекал производных деталей является непосредственной информацией для ЭВМ. В ней дается чертеж исходного лекала основной детали, кодирование контуров, схема перемещения или удаления конструктивных точек и величины на преобразование контуров деталей. В качестве примера в форме 5.3 представлена карта — задание на построение лекал производных деталей подкладки полочки. Для лекал спинки преобразование идентично исходному, для полочки с отрезной верхней частью преобразование для каждой части дается отдельно. На лекалах указывается, в какие точки производного лекала должны быть перемещены точки исходного лекала, с тем чтобы эти точки снять с чертежа, таким перемещением стираются ненужные участки исходных лекал. Так, при построении верхней части подкладки полочки первоначальное преобразование контура исходного лекала полочки из основной ткани осуществляется сведением в точки 12 и 31 всех точек нижней части детали полочки. Затем относительно точек верхнего участка производится преобразование контура детали из основной ткани в деталь подкладки.

Подсистема градации лекал обеспечивает разработку комплекта лекал деталей на все размеры и роста. Блок-схема автоматизированного процесса градации представлена на схеме.

Информационная база подсистемы градации лекал формируется из информации о лекалах изделия базового размер-роста и информации о перемещениях конструктивных точек в соответствии со способом преобразования контурных линий лекал при переходе от размера к размеру и от роста к росту.

Конструкторская подготовка исходной информации на градацию лекал должна быть представлена в компактной

форме, легко читаемой оператором для ввода в машину. С этой целью предложена карта-задание на градацию лекал деталей.

Исходная информация в карте-задании на градацию лекал содержит номер, код и характеристику конструктивных точек, для которых даны величины приращения их координат по размерам и ростам. Набор таких карт составит картотеку заданий на градацию лекал деталей

Литература:

1. Бозорова, Ф. М. Организация базы данных в автоматизированных системах. Молодой учёный. Международный научный журнал. № 7 (111). — Стр. 42–44.
2. Кулиева, Ш. Х. Проблемы автоматизации швейного производства. Молодой учёный. Международный научный журнал. № 7 (111). — Стр. 97–99.
3. Норенков, П. А. Система автоматизированного проектирования. В 9-книгах. 1996.

Механизм перемещения материала при равномерном перемещении плотного материала в швейной машине Juki

Саидова Хулкар Хамидовна, кандидат педагогических наук, доцент;

Хомидов Якуб Ядгарович, старший преподаватель;

Абидова Зарнигор Камилджановна, магистр

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В настоящее время в мире современного бизнеса в условиях жесткой рыночной конкуренции к числу наиболее актуальных проблем швейных предприятий относятся эффективность технологических процессов и качество выпускаемых изделий. Успешное решение данных вопросов в первую очередь связано с внедрением новых технологий и оснащением технологических процессов изготовления швейных изделий современным высокопроизводительным оборудованием.

Швейное машиностроение относится к быстроразвивающимся отраслям, потребляющим высокие технологии, благодаря чему появление нового оборудования для предприятий, выпускающих швейные изделия, неизбежно.

В настоящее время промышленные швейные предприятия и предприятия бытового обслуживания населения располагают большим разнообразием швейного оборудования, которое обладает расширенными технологическими возможностями. Оборудование швейного производства чрезвычайно разнообразно по номенклатуре из-за различий выполняемых швейными машинами технологических операций и в зависимости от конструкции машин и принципов управления ими. Регулировка механизма перемещения материала в швейных машинах фирмы Juki (Япония), производится следующим образом.

Перемещение материала нижней рейкой 11 (рис. 1) регулируется поворотом рычага 1 после ослабления гайки 2. Если поворачивать его против часовой стрелки (если смотреть с фронтальной стороны машины), то перемещение

различных моделей. При подготовке такой информации конструктор указывает оператору только коды деталей разрабатываемой новой модели.

В соответствии с требованиями оформления чертежей по контуру каждого лекала отмечается положение всех конструктивных точек, к которым относятся надсечки, точки, определяющие положение конструктивных линий и линий измерения лекал.

увеличится. Перемещение материала верхней рейки 36 регулируется поворотом рычага 5 после ослабления гайки 3. При его повороте против часовой стрелки перемещение рейки 36 увеличится. Чтобы закрепить строчку, работающий отводит рукоятку 4 вниз.

Высота подъема нижней рейки 11 регулируется поворотом коромысла 10 после ослабления винта 9. Зубцы рейки должны подниматься над уровнем игольной пластины на высоту 1 мм. Местоположение зубцов рейки 11 в прорезях игольной пластины регулируется поворотом коромысла 14 после ослабления стягивающего винта 13, если рейку 11 нужно переместить поперек платформы машины. При необходимости перемещения рейки 11 вдоль платформы ослабляют винты 9 и 13 и коромысла 10 и 14 вместе с рычагом 12 перемещают вдоль валов 8, 15.

Высота подъема верхней рейки 36 и лапки 34 регулируется перемещением винтовой шпильки 26 по прорези коромысла 27. Если винтовую шпильку 26 вместе с передней головкой шатуна 24 опускать, то вертикальные перемещения верхней рейки 36 и лапки 34 возрастут. Своевременность вертикальных перемещений верхней рейки 36 и лапки 34 регулируется поворотом главного вала после ослабления винтов 23 эксцентрика 22. Положение верхней рейки 36 относительно лапки 34 регулируется поворотом коромысла 29 после ослабления стягивающего винта 28. Положение лапки 34 по вертикали относительно верхней рейки 36 регулируется вертикальным перемещением стержня 18 после ослабления винтов 19, 17 муфты 16.

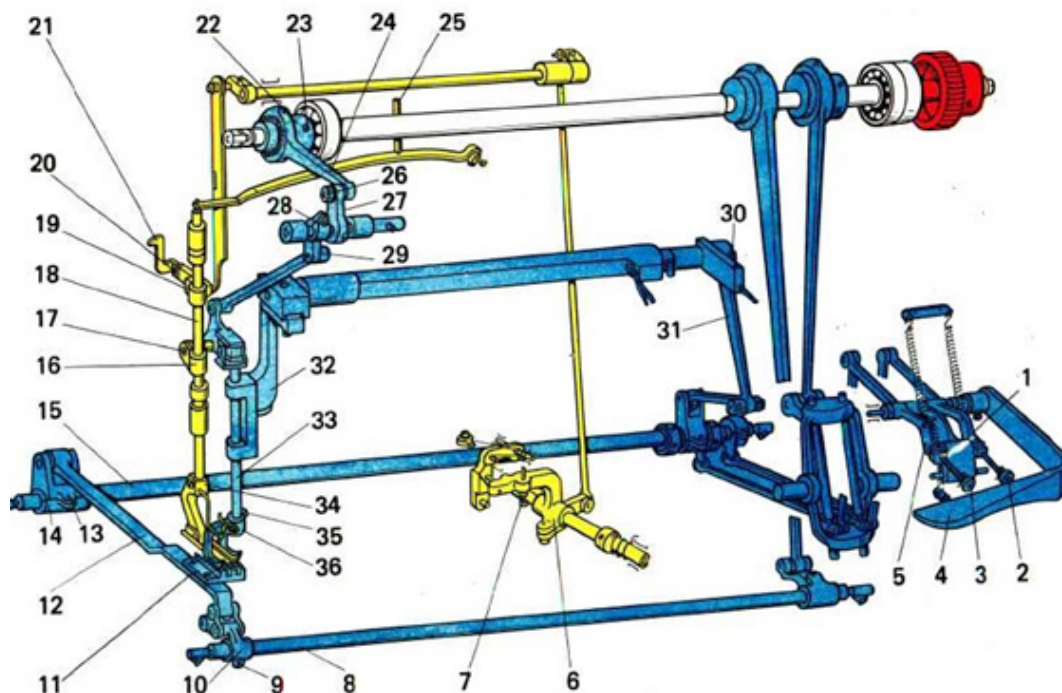


Рис. 1. Конструктивная схема механизма перемещения материала

Положение верхней рейки 36 относительно лапки 34 в направлении поперек платформы машины регулируется поворотом рамки 32 после ослабления винта 30 коромысла 31. Положение верхней рейки 36 по вертикали относительно лапки 34 и параллельность их рожков регулируются вертикальным перемещением верхней рейки 36 вдоль стержня 33 или поворотом рейки 36 после ослабления винта 35.

Качество пошива изделий, производительность машины, трудоемкость и эксплуатационные расходы во многом зависят от механизмов, подающих изделия в процессе обработки. Типы механизмов транспортирования. В швейных машинах применяются в основном три типа механизмов транспортирования ткани: зубчатая рейка, рифленый ролик и зубчатая рейка, рифленый ролик и нижнее транспортирующее кольцо.

Транспортирование ткани рейкой осуществляется за счет сил сцепления зубцов рейки с материалом и прижима материала верхней подпружиненной лапкой или роликом. Материал рейки обычно захватывается зубцами при каждом обороте главного вала, поэтому полуфабрикат движется прерывисто. Качество строчки, а, следовательно, и качество изделия во многом зависят от оснащенности швейной машины специальными приспособлениями и от квалификации работницы. Транспортирование рифлеными (зубчатыми) роликами применяется в основном для сшивания деталей из кожи при этом ролик может получать прерывистое вращательное движение, а если транспортирование осуществляется роликом и нижним транспортирующим кольцом, то они вращаются непрерывно (Рис. 2).

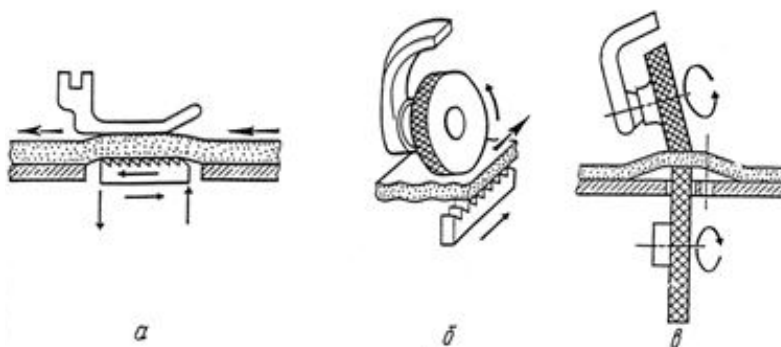


Рис. 2. Механизмы транспортирования шиваемых деталей: а — реечный с лапкой; б — реечный с роликом; в — с роликом и нижним транспортирующим кольцом

Механизмам реечной подачи ткани предъявляются следующие требования:

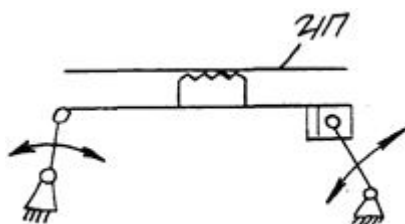
1. Транспортирование должно происходить с наименьшими отклонениями от заданной величины и завершаться при определенных углах поворота главного вала. Желательно, чтобы подача ткани начиналась после затяжки стежка и заканчивалась перед началом входа иглы в материал. При этом угол рабочего хода рейки получился бы равным $50-60^\circ$. Однако в существующих машинах эта величина составляет примерно 110° . Таким образом, затяжка стежка происходит после того, как ткань продвинута на большую часть шага стежка, и отверстие в ткани смещено относительно отверстия в игольной пластине. Это увеличивает натяжение нити при вытягивании ее из челночного комплекта, а следовательно, и возможность ее обрыва. Кроме того, участок ткани с незатянутым стежком может оказаться зажатым между лапкой и игольной пластиной, и нитепритягиватель не затянет этот стежок, а произведет сматывание с катушки дополнительной нитки. Машина будет «петлять снизу».

2. Для уменьшения инерционных нагрузок в момент подачи изделий ускорения зубчатой рейки должны быть минимальными и меняться плавно, без рывков. Желательно, чтобы направление горизонтальных составляющих ускорений зубцов рейки не совпадало с направлением движения материала. В этом случае силы инерции подаваемого изделия будут способствовать его продвижению.

3. Зубцы рейки не должны оставлять заметных следов на изделии и не разрушать ткань при транспортировании. Профиль зубцов и их высота подбираются в зависимости от вида физико-механических свойств ткани. Внедрение зубцов рейки в материал во многом зависит от давления прижимной лапки, которое регулируется специальным винтом или гайкой.

В механизме транспортирования должен быть предусмотрен регулятор шага стежка. В универсальных машинах шаг строчки регулируется в пределах 1–5 мм. В машинах тяжелого типа шаг стежка может изменяться до 10–12 мм. В некоторых машинах предусмотрена обратная подача ткани для выполнения закрепочных стежков.

Наиболее широко распространены реечные механизмы: рейка и прижимная лапка. Рейки могут быть 2-х ручьевые для легких и средних материалов и 3–4-х ручьевые, которые используются в двухигольных машинах и при большом расстоянии между иглами. Лапка обычно повторяет форму рейки.



Величина усилия прижима лапки к рейке выбирается из следующих соображений: с одной стороны необ-

ходимо обеспечить постоянный контакт лапки и рейки при перемещении материала, но с другой стороны чрезмерное увеличение силы прижима может привести к необратимой деформации материала, к увеличению сил, действующих в шарнирах механизма, а значит к преждевременному износу механизма. Неправильный выбор усилия прижима может привести к изменению величины стежка при различных скоростях работы машины. Важным фактором работоспособности машины является траектория движения зубьев рейки. Наиболее распространенной является эллипсообразная траектория. Вследствие неравномерности скорости рейки при перемещении материала может привести к посадке ткани. Поэтому более предпочтительна прямоугольная траектория движения рейки. Однако на высоких скоростях возникают большие силы инерции, следовательно, это приводит к вибрации и износу механизма. Поэтому оптимизируют траекторию движения, приближая её верхний участок к прямолинейной.

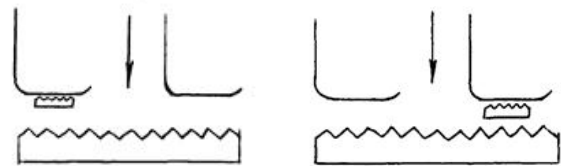
Для устранения посадки относительно жестких материалов используют механизм с отклоняющейся иглой, которая движется синхронно с материалом и препятствует сдвигу слоев. Для эластичных нежестких материалов этот метод не годится. Для таких материалов используют дифференциальный механизм с двумя рейками при стачивании без посадки. Например, машина Juki HZL E40.

Подобный механизм можно использовать и для присборивания материала, например в машинах цепного стежка. Если необходимо присборить только один слой материала, то в механизм вводится разделительная пластина. Наиболее рациональным, но и более сложным является механизм с верхней и нижней рейками, которые зажимают материал и синхронно двигаясь, перемещают его. Такой механизм позволяет без посадки перемещать трудно транспортируемые материалы.

Можно выделить два типа таких механизмов:

1) тянущий механизм, в котором верхняя рейка находится за иглой (для стачивания жестких, тяжелых материалов);

2) толкающий механизм, в котором верхняя рейка перед иглой (для стачивания легко деформируемых материалов или деталей, выполненных под углом к нити основы).



Имеются механизмы с двумя рейками и отклоняющейся иглой, например в машине Juki HZL E40. Применяются для сложных операций, например окантовывание деталей.

Имеется три способа регулирования величины стежка:

— изменение длины ведомого или ведущего рычага механизма или эксцентрика;

— изменение траектории движения ведомого звена регулятора за счет изменения положения подвижной опоры этого звена. Это самый распространенный механизм в скоростных машинах;

— изменение угла между осью звена, совершающего сложное плоско-параллельное движение, и направляющей этого звена.

Литература:

1. Чупрова, О. В. Оборудование швейного производства. Курс лекций. Благовещенск. Издательство АмГУ. 2012.
2. www.studopedia.su/13_103102_mehanizmi-peremeshcheniya-materiala.html.
3. Оборудование швейного производства. www.vvsu.ru/.../958870F0-F950-4072-9534-6327B7D54527.pdf

Методы математического описания контуров лекал швейных изделий, методы линейно-круговой аппроксимации

Сайфуллаева Дилафруз Ахмадовна, ассистент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Перспективы развития швейной промышленности является одной из ведущих отраслей легкой промышленности. Ускорение научно-технического прогресса и рост эффективности производства неотделимы от резкого повышения качества продукции, что является самым точным и обобщающим показателем научно-технического прогресса. За качеством продукции на всех стадиях ее жизненного цикла несет ответственность те, кто причастен к ее разработке: ученые, конструкторы и дизайнеры. Решение проблем качества — первейшая обязанность каждого специалиста.

Проектирование в современном понимании — это совокупность (комплекс) работ по созданию нового образца изделия, включая исследование, технико-экономические расчеты и обоснования, создание эскизов, моделей, расчеты и построение чертежей изделий и деталей, изготовление и испытание опытных образцов.

На этапе математической обработки и хранения геометрической информации о лекалах швейных изделий выполняются следующие задачи:

— математическое описание контуров лекал в удобном и компактном виде, основанное на использовании методов аппроксимаций;

— геометрическое преобразование плоскостного отображения лекал из одной формы в другую, включающее операции сдвига изображений, сжатия или растяжения, поворота, отсечения части изображения, перекоса и т. д.

Математическим аппаратом для решения задач геометрического проектирования является вычислительная геометрия. Рассмотрим некоторые методы математического описания кривых.

В условиях САПР геометрическая информация о контурах поступает в ЭВМ в виде набора координат дискретных точек лекал. Для считывания координат используются различные устройства ввода графической

информации. В результате в памяти машин накапливается большой объем исходной информации и возникает задача сокращения этого объема при сохранении точности задания контура.

Традиционно для математического описания контуров криволинейных участков лекал используются методы интерполяции и аппроксимации.

Интерполяция в простейшем смысле — это конструктивное восстановление функции определенного класса по известным ее значениям.

Аппроксимация — это замена одних математических объектов другими, близкими к исходным. В геометрическом проектировании аппроксимация сводится к замене дискретно заданного контура лекал кривыми, которые могут быть выражены через различные функциональные зависимости.

Так как швейные лекала имеют разнообразную сложную конфигурацию, описать единым уравнением весь контур практически невозможно, поэтому аналитическое описание дается на отдельные расчлененные участки. Кусочно-аналитическая модель, используемая для этих целей, представляет собой совокупность аналитических описаний простых участков и структуру соединений этих участков.

Наибольшее распространение при описании контуров получили методы кусочно-линейной, линейно-круговой и сплайновой аппроксимации. При кусочно-линейной аппроксимации осуществляется замена участков криволинейного контура отрезками прямых. При этом отклонение аппроксимирующих отрезков от исходных линий контура, называемое погрешностью аппроксимации, должно быть меньше заданной величины A . В результате аппроксимации контур или другие замкнутые линии швейного лекала заменяются многоугольниками, вершины которого

называются узлами аппроксимации. Координаты узловых точек фиксируются в порядке их обхода.

Запись линейной интерполяции может быть представлена следующим образом. Каждый узел (участок кривой) выражаем через функцию

$$f_i = S(x_i), \Phi(x_i) = y_i$$

где, S — длина аппроксимируемого участка; $t = 1, 2, 3, \dots, n$ — число узлов аппроксимации; x_i, y_i — координаты i -го узла аппроксимации.

$$\text{Для } x_i < x < x_{i+1} \text{ имеем } S_i(x) = (1-t)f_i + tf_{i+1},$$

$$\text{где } t = (x - x_i)/h_i; h_i = x_{i+1} - x_i.$$

Допустимая погрешность приближения A зависит от шага аппроксимации h_i : чем меньше шаг h_i тем точнее и ближе аппроксимирующий контур подходит к исходному.

Основной недостаток кусочно-линейной аппроксимации — большое количество узлов аппроксимации и негладкая форма контура. Линейное интерполирование нашло широкое применение при воспроизведении контура в обрабатывающих устройствах чертежей и в графопостроителях.

В настоящее время известно несколько алгоритмов линейно-круговой аппроксимации. В простейшем случае аппроксимация осуществляется путем проведения окружностей через последовательно расположенные тройки точек. При аппроксимации дугами окружностей необходимо определить радиус искомой окружности.

Предположим, что требуется произвести аппроксимацию дугой окружности контура, заданного рядом точек.

Сначала определяется начальное значение радиуса приближающей дуги. Для этого через начальную и конечную точки контура (рис. 1.) проводятся нормали к контуру ($A01$ и $B01$). Отметим, что за нормаль можно принять линию, перпендикулярную прямой, которая соединяет две соседние точки контура.

За начальное значение радиуса принимается расстояние от точки пересечения нормалей до начальной точки участка, т. е. $R_n = A01$. После этого строят дугу окружности радиуса $A01$ с центром в точке $O1$. Далее определяются постоянные для данного контура величины $A \varepsilon$ и a . $A \varepsilon$ — отклонение построенной дуги окружности от заданного контура определяется по формуле $A \varepsilon = B101 - B01$.

Величина a определяется как проекция точки $B1$ на линию $A01$.

Для нахождения искомого радиуса $R_{иск}$ используется формула

$$R_{иск} = R_i \left(1 - \frac{\Delta r_i}{a} \right) + \frac{\Delta r_i^2}{2a}.$$

По этой формуле уточняется значение радиуса, которым и будет являться величина $R_{иск}$, а не R_i . По уточненному значению радиуса выбирается участок максимального отклонения точек заданного контура. Сравнивается выбранное значение с допустимым. Если $A \varepsilon_{max}$ превышает допустимое значение, то итерация продолжается; если нет — параметры аппроксимирующей дуги считаются найденными.

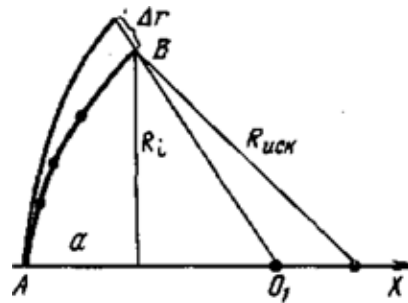


Рис. 1. Схематичное изображение аппроксимации контура дугой окружности с учетом допустимой ошибки: a — постоянный прогиб участка контура; Δr — абсолютное значение ошибки для конечной точки участка по отношению к выбранному значению

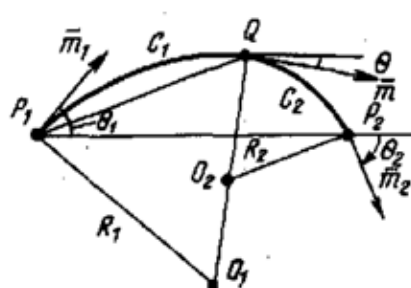


Рис. 2. Аппроксимация контура биарками при заданных углах: $O_1 = 50^\circ$; $O = -10^\circ$; $O_2 = -70^\circ$

Для получения при аппроксимации более гладкой контурной линии может быть использован способ гладкой окружностной интерполяции, называемый способом биарок.

При аппроксимации через два соседних участка контура строится пара сопрягающихся дуг ($C1$ и $C2$) окружностей (рис. 2) так, чтобы дуга $C1$ проходила через точку $P1$, касаясь вектора $m1$ а дуга $C2$ проходила через точку $P2$, касаясь вектора $m2$.

Способом биарков можно практически аппроксимировать любой участок контура швейного лекала. В системах автоматизации процессов проектирования методы аппроксимации применяются не только для математического описания спроектированных контуров, но и прежде всего в целях конструирования кривых и поверхностей. При построении кривой в этих случаях утрачивает (или почти утрачивает) смысл такой математический критерий, как

точность аппроксимации, и главную роль начинают играть такие критерии, как внешний вид и гладкость кривой, отсутствие осцилляций и т. п.

При аппроксимации швейных лекал математические методы не только позволяют сократить объем информации о контуре, но и улучшить эстетическое представление контура. Наибольшее распространение при математическом описании получили методы сплайн-аппроксимации. Термин «сплайн» возник от назначения чертежного инструмента — тонкой металлической линейки, которая может изгибаться так, чтобы проходить через заданные точки.

Предлагается два способа задания параметра t . В простейшем случае t задается как последовательность целых чисел: $t_j = j$. При другом способе параметр t соответствует суммарной длине хорд, которая является аппроксимацией длины дуги между первой и j — й точками.

Литература:

1. S. Tashpulatov, F. Alqarov, G. Alimova, Z. Xaqnazarova, B. Muxtorov, S. Gʻofurova. Kiyimlarni kompyuterda loyihalash asoslari. — T., «Ilm ziyo». 2014.
2. Д. Ткачев. Самоучитель AutoCAD. 2004. ЗАО. Издательский центр «Академия». 2010. — 176 с.
3. Камилова, Х. Х. и др. Методические рекомендации по пользованию САПР одежды фирмы GERBER. ТИТЛП. — Ташкент, 2002.
- 4.

Инжиниринг трафика в программно определяемых сетях

Селихов Юрий Родионович, доцент;

Шуклин Алексей Владимирович, магистрант;

Юрсков Сергей Валерьевич, магистрант;

Хамуш Анис Ленин, магистрант

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

В статье рассматривается проблема развертывания программно-определяемых компонент в уже существующую сеть. Дается формулировка проблемы оптимизации контроллера программно определяемой сети и математическое описание на основе прямо-двойственного алгоритма.

Программно-определяемая сеть — это идеология построения сети, в которой разделены уровень управления сетью и уровень пересылки пакетов. Общим для всех подходов построения программно-определяемых является то, что программно-определяемая сеть состоит из двух основных компонентов:

Контроллер программно-определяемой сети (КС). КС представляет собой логически централизованную функцию [1], [2]. Сеть, как правило, контролируется одним или несколькими КС. КС определяет путь пересылки для каждого потока в сети;

Элемент пересылки программно-определяемой сети (ЭП). ЭП образуют уровень передачи данных в сети. Логика пересылки пакетов определяется КС и реализуется в таблице пересылки.

Проблема инжиниринга трафика заключается в том, что в вероятном сценарии программно-определяемые компоненты будут постепенно развертываться в уже существующей сети. В такой сети не обязательно весь трафик управляется одним КС. Там может быть несколько КС для различных частей сети, а также некоторые части сети могут использовать уже существующую маршрутизацию в сети. Ключевой вопрос заключается в том, что еще можно сделать эффективным в управлении трафиком, когда весь трафик в сети не может управляться централизованно одним КС.

1. Описание системы

Рассматриваемая сеть содержит центральный КС, который вычисляет таблицы маршрутизации для ряда ЭП. Предполагается, что ЭП представляют собой подмножество узлов в сети. Остальные узлы в сети запускают некоторый стандартный hop-by-hop протокол маршрутизации (например OSPF). КС просматривает сеть и собирает информацию о состоянии канала связи. Пакеты маршрутизации ЭП и логика для вычисления таблицы маршрутизации на ЭП находится в централизованном КС. В дополнение к пересылке пакетов, ЭП выполняет некоторые простые измерения трафика, которые передаются КС. КС использует эту информацию о трафике вместе с информацией, распространяемой в сети с помощью протокола OSPF-TE, чтобы динамически изменять таблицы маршрутизации на ЭП с целью адаптации к изменяющимся состояниям трафика. Обычные узлы сети являются стандартными маршрутизаторами, использующими обычный hop-by-hop механизм маршрутизации [3]. Предполагается, что никакие изменения не будут внесены в обычные узлы и они могут не знать о существовании ЭП в сети.

Пример сети с КС и элементами пересылки показан на Рис. 1. Элементы пересылки в узлах 2, 9, 14 управляются КС извне. Данная сеть будет использоваться для иллюстрации концепций, выдвинутых в данной работе. Для простоты полагаем, что все соединения в сети являются двунаправленными и веса линий связи устанавливаются в единицу. Теперь опишем КС и ЭП более подробно.

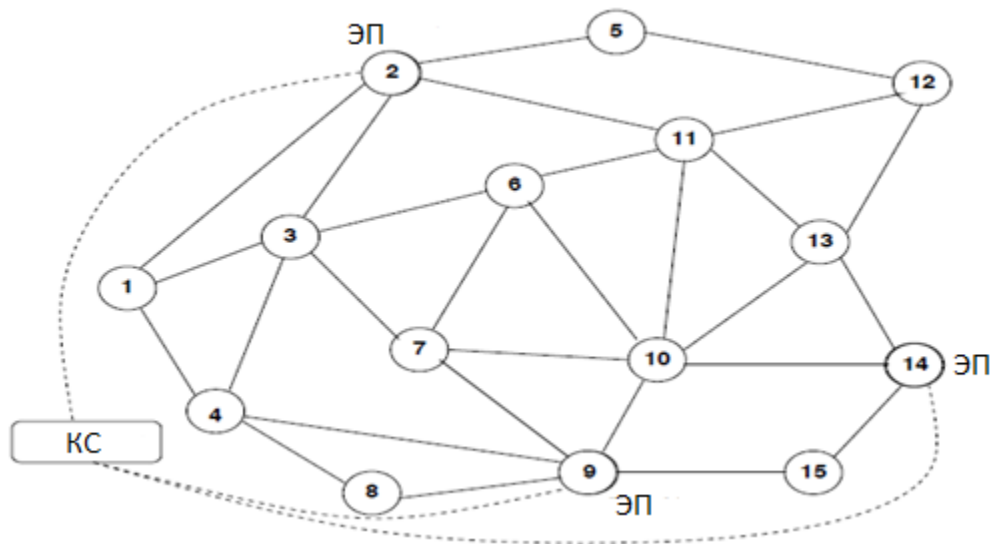


Рис. 1. Рассматриваемая сеть

1.1 Элемент пересылки программно-определяемой сети

ЭП выполняет следующие функции:

Пересылка: ЭП действуют в основном в качестве элементов маршрутизации. Таблица маршрутизации вычисляется на КС [4]. ЭП может обрабатывать несколько следующих переходов для данного узла назначения. Если имеется несколько следующих переходов до данного узла назначения, то ЭП может разделить трафик к месту назначения в заранее установленном порядке на несколько следующих узлов.

Измерение: Таблица маршрутизации на ЭП изменяется незначительно, по сравнению со стандартной таблицей маршрутизации для того, чтобы способствовать измерению трафика на ЭП. Схематическое изображение, показывающее разницу между стандартной таблицей маршрутизации и таблицей маршрутизации на ЭП показано в Таблица 1. В ней имеется дополнительный столбец для узла в сети, который может достичь IP-адреса назначения. Когда пакет обрабатывается ЭП он делает длинный префикс на IP-адрес назначения для определения следующего шага. Это также увеличивает счетчик, соответствующий узлу назначения по длине пакета. Это делается для того, чтобы определить объем трафика между ЭП и другими узлами в сети. Рассмотрим таблицу маршрутизации на узле 2. Предположим, что узел 15 (IP-адрес 45.67.2.5) объявляет достижимость к подсети 135.23 \ 16. Пусть узел 11 имеет IP адрес 43.2.34.7, будет следующим шагом по кратчайшему пути от узла 2 к узлу 15. Часть таблицы маршрутизации на узле 2 показана в Таблица 1. Столбец, соответствующий трафику, отслеживает число байтов маршрутизации от узла 2 к узлу 15 для префикса назначения 135.23 \ 16. ЭП также может вычислить общий трафик, отправляемый от узла 2 к узлу 15.

Таблица 1. Таблица маршрутизации

Префикс	Узел	Следующий узел	Трафик
135.23/16	45.67.2.5	43.2.34.7	

1.2 Контроллер программно-определяемой сети

КС выполняет всю логику маршрутизации и координирует маршрутизацию на всех ЭП для того, чтобы достичь наилучшей производительности сети. КС выполняет следующие функции:

Просмотр: КС обменивается с другими узлами сети весами связей и другой информацией о топологии с помощью технологии OSPF-TE [5]. Поэтому КС знает текущие веса OSPF, а также количество транспортных потоков по каждой линии связи (в среднем за некоторый период времени).

Вычисление маршрута: КС отвечает за вычисление таблиц маршрутизации для всех ЭП в сети. Вычисление происходит с учетом маршрутизации, осуществляемой на обычных узлах (на основе весов линий связи OSPF), трафик по линиям связи (на основе информации OSPF-TE) и текущий шаблон трафика (на основе измерений на ЭП). Алгоритм для вычисления маршрутизации для ЭП должен гарантировать, что маршрутизация будет происходить по путям без петель при одновременной минимизации перегрузки сети.

2. Постановка задачи КС

Предположим, что сеть состоит из множества узлов N , соединенных между собой с помощью множества направленных связей E . Пусть $C \subseteq N$ – это множество ЭП, а $D = N \setminus C$ – узлы, не являющиеся ЭП. Пусть $w(e)$ и $c(e)$ обозначает вес линии связи OSPF и пропускной способности соответственно звена $e \in E$, а $f(e)$ – поток трафика на линии e . Поток на всех звеньях $e \in E$ является доступным КС по OSPF-TE. T_{sd} – скорость трафика от узла $s \in N$ до некоторого другого узла $d \in N$ и W_{ud} представляет общий объем трафика для узла назначения $d \in N$, что либо берет свое начало или проходит через ЭП $e \in C$. Можно заметить, что в общем $W_{ud} \geq T_{ud}$. ЭП u может измерять W_{ud} для всех адресатов d , используя расширенную таблицу маршрутизации (Таблица 1). Значение T_{sd} для всех пар узлов (s, d) КС не известно. Каждый узел вычисляет кратчайший путь ко всем другим узлам в сети. Таблица маршрутизации в узле $u \in N$ включает в себя переход по кратчайшему пути к каждому узлу в сети. Обозначим $NH(u, d)$ как следующий переход от узла u до узла назначения d . Другими словами, $NH(u, d)$ является первым узлом по кратчайшему пути от u до d . Для простоты предполагаем, что следующий переход является уникальным для всех элементов, не являющихся ЭП, т. е. $NH(u, d)$ имеет только один элемент для всех $u \in D$. Методы, содержащиеся в этой статье, распространяются на случай, когда существуют альтернативные кратчайшие пути между двумя узлами, и трафик разделяется между этими двумя путями как в равноценных путях.

Проиллюстрируем некоторые из концепций, изложенных в предыдущем параграфе, используя Рис. 2. Предполагаем, что все веса равны единице и сплошные связи представляют дерево кратчайших путей к узлу 13. Напомним, что узлы 2, 9, 14 являются ЭП. Следует отметить, что $NH(6, 13) = 10$, $NH(1, 13) = 2$ и так далее. Пунктирные линии показывают альтернативные пути, возможные из ЭП. Например, узел 2 может разделить трафик на узел 13 по двум различным переходам, один собирается на узел 5, а другой на узел 11.

Проиллюстрируем некоторые из концепций, изложенных в предыдущем параграфе, используя Рис. 2. Предполагаем, что все веса равны единице и сплошные связи представляют дерево кратчайших путей к узлу 13. Напомним, что узлы 2, 9, 14 являются ЭП. Следует отметить, что $NH(6, 13) = 10$, $NH(1, 13) = 2$ и так далее. Пунктирные линии показывают альтернативные пути, возможные из ЭП. Например, узел 2 может разделить трафик на узел 13 по двум различным переходам, один собирается на узел 5, а другой на узел 11.

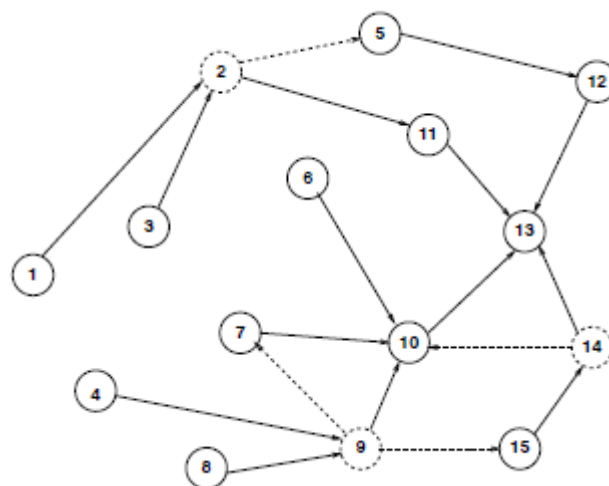


Рис. 2. Дерево кратчайших путей до узла 13

Определение 1: С учетом набора из S ЭП, путь $s = u_0, u_1, u_2, \dots, u_k = d$ от узла-источника s до узла назначения d будет называться *выполнимым*, если при $j = 1, 2, \dots, k$, $(u_{j-1}, u_j) \in E$ и

$$u_j = NH(u_{j-1}, d), \text{ если } u_{j-1} \in D \tag{1}$$

Выполнимый путь, где $u_0, u_1, u_2, \dots, u_k$ различны, называется *допустимым путем*. Обозначим P_{sd} как множество допустимых путей между s и d .

Из определения следует, что путь представляется возможным, если следующий переход к заданному узлу назначения для всех обычных элементов сети задается алгоритмом нахождения кратчайшего пути. Далее выполнимый путь допустим, только при отсутствии петель. Поэтому нужно убедиться, что весь трафик между s и d должен быть направлен на $P \in P_{sd}$.

Например, на Рис. 2, 3–2–5–12–13 представляет собой допустимый путь от 3 до 13. Заметим, что это не самый короткий путь, которым является 3–2–11–13. Путь 3–6–11–13 не допустим, так как следующим шагом для узла 3, который не является ЭП, должен быть следующий шаг по кратчайшему пути, которым является узел 2.

Определение 2: Учитывая кратчайший путь маршрутизации на обычном узле, трафик, который идет от источника к месту назначения без транзита через ЭП будет называться *неконтролируемым*. Если источником пакета является ЭП, или если он проходит по крайней мере через один ЭП, прежде чем он достигнет своего назначения, то этот трафик будет называться *контролируемым*.

Другими словами, контролируемый трафик состоит из пакетов, которые проходят через, по меньшей мере, один ЭП. Например, трафик от 6 до 13 направляется на OSPF по 6–10–13, и так как ни 6, ни 10 являются ЭП, трафик от узла 6 до узла 13 не контролируется. В отличие от этого, трафик от узла 8 до 13 проходит через узел 9, который является ЭП и, следовательно, этот трафик является контролируемым.

Определение 3: Будем говорить, что ЭП $u \in S$ *вводит* пакет, если

- Узел u находится на пути маршрутизации OSPF для пакета;
- Пакет проходит через u раньше, чем он проходит через любой другой ЭП.

Трафик, который вводится с помощью ЭП $u \in S$ для некоторого узла назначения $d \in N$, будем обозначать I_{ud} .

Поэтому для всего контролируемого трафика есть уникальный ЭП, который вводит этот трафик. Поясним это на Рис. 3. На этом рисунке номер рядом с узлом представляет собой скорость трафика от этого узла к узлу 13. Например, трафик от узла 1 к узлу 13 ($T_{1,13}$) равен 3 единицы. По *определению 3* трафик от 3 до 13 будет вводиться с помощью ЭП-2. Например, на рисунке 3, $I_{2,13} = 9$, $I_{9,13} = 13$ и $I_{14,13} = 5$. Как отмечалось ранее, значения T_{sd} не известны КС. Измерениями, доступными на КС, являются значения W_{ud} , которыми является трафик для назначения d , который проходит через узел $u \in S$.

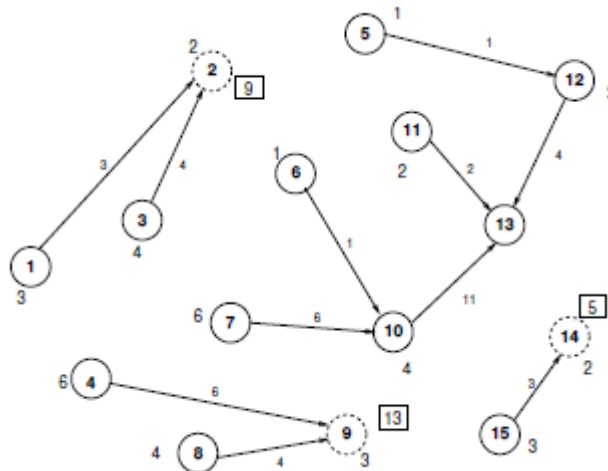


Рис. 3. Независимый трафик на ЭП

3. Формулировка проблемы КС

Поскольку контролируемым является трафик, который проходит через ЭП, нужно рассмотреть трафик, вводимый на ЭП. Трафик I_{ud} , вводимый на ЭП $u \in S$, должен достичь назначения d . Это возможно только по одному из допустимых путей $P \in P_{ud}$. Пусть $g(e)$ обозначает неуправляемый поток на линии e . Целью КС является построение маршрута контролируемого трафика таким образом, что задержка и потеря пакетов на линии сведены к минимуму. Одной из естественных целей для КС является минимизация максимального использования связей в сети $(x(P))$ — поток в пути P :

minimize θ

при условии

$$g(e) + \sum_{P: P \ni e} x(P) \leq \theta c(e), \forall e \in E \tag{2}$$

$$\sum_{P \in P_{ud}} x(P) \geq I_{ud}, \forall u \in C, d \in N \tag{3}$$

$$x(P) \geq 0, \forall P \tag{4}$$

— Первый набор неравенств показывает, что общий поток на связь, который является суммой неконтролируемого потока (представленного по возрастанию $g(e)$) и контролируемого потока (который является вторым членом суммы на правой стороне) меньше, чем произведение максимального использования линии связи (θ) на пропускную способность линии связи ($c(e)$);

— Второй набор неравенств показывает, что суммарный вводимый трафик направляется в сеть;

— Третий набор неравенств гарантирует, что поток на любом пути является неотрицательным.

Оптимальное значение θ это максимальное использование какой-либо связи. Если оптимальное значение $\theta < 1$, то ни одна из связей не будет использоваться чрезмерно. После того, как КС решает эту задачу оптимизации, то легко вычислить следующие переходы и соответствующие веса во всех ЭП для каждого пункта назначения.

В приведенной выше постановке, имело место предположение, что значения I_{ud} и $g(e)$ известны. На самом деле обе величины I_{ud} , а также $g(e)$ должны быть вычислены с помощью КС на основе измерений, сделанных ЭП, а также протокола сообщения OSPF-TE, полученных КС.

3.1 Динамическое вычисление I_{ud} и $g(e)$

Измеренными величинами, которые доступны для КС являются

— Нагрузка связи $f(e)$ для всех ссылок $e \in E$, которую можно получить от OSPF-TE.

— Величина W_{ud} для всех $u \in C$ для всех $d \in N$. Это измеряется ЭП и передается к КС.

С помощью этих двух величин КС должен вычислять значения $g(e)$ для всех $e \in E$ и I_{ud} для всех $u \in C$ для всех $d \in N$. Для начала нужно вычислить I_{ud} . Рассмотрим фиксированный целевой узел d . КС знает текущий маршрут к этому узлу назначения d . Он знает все следующие переходы для всех узлов d и на всех ЭП, но не знает все следующие переходы до назначения и распределение трафика, если есть несколько вариантов маршрута.

Определение 4: Учитывая узел назначения d и текущую маршрутизацию в сети, порядок *маршрутизации узлов* в C относительно этого d определяется как упорядочение узлов в $C \setminus D$ такое, что если $u \in C$ появляется перед $v \in C$ в этом списке, то нет другого потока, чей пункт назначения d , который направляется от v к u . Обозначим порядок маршрутизации для узла назначения d как $R(d)$ и тот факт, что u появляется перед v в $R(d)$ как $u \prec_d v$.

Этот порядок маршрутизации корректно определен для любого целевого узла d , так как там не может быть петель в маршруте трафика, проходящем по назначению d . Предположим, что текущая маршрутизация к узлу 13 происходит так, как показано на Рис. 4. Отражена только та часть маршрута, которая имеет отношение к ЭП. В этом случае нужно обратить внимание, что трафик от узла 9 проходит через узел 14. Поэтому $9 \prec_{13} 14$. Один порядок маршрутизации (2, 9, 14). Другие упорядочивания возможны, но тогда узел 14 должен появиться после того, как узел 9.

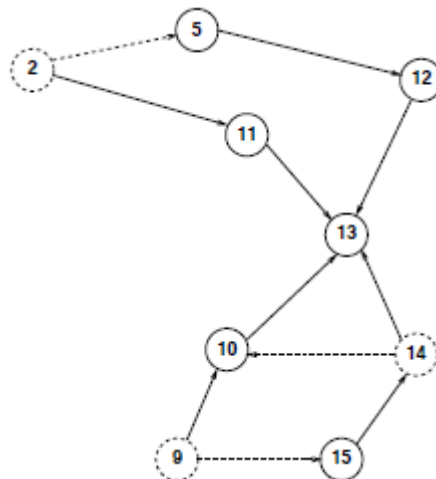


Рис. 4. Порядок маршрутизации

Алгоритм для вычисления значения I_{ud}

Для каждого узла назначения $d \in N$

1. Вычислить порядок маршрутизации $R(d)$;
2. Для первого узла u в $R(d)$ установить $I_{ud} = W_{ud}$;
3. Построить первый маршрут потока от u к d и установить $\beta_v(u, d)$ как часть потока, который достигает узла $v \in C$;
4. Для каждого последующего узла w в $R(d)$. Установить $I_{wd} = W_{wd} - \sum_{u <_d w} \beta_w(u, d) I_{ud}$. Построить первый маршрут потока от w к d и установить $\beta_v(w, d)$ для всех $v \in C$.

После того, как значения I_{ud} известны для всех $u \in C$ для всех $d \in N$, нужно вычислить значения $g(e)$, который является неконтролируемым трафиком, проходящим по линии $e \in E$. Это делается следующим образом: вводится единица потока в узле $u \in C$ для назначения $d \in N$ и вычисляется $\alpha_e(u, d)$, которая является частью этого единичного потока, который перенаправляется на линии e . Так как I_{ud} известно для $u \in C$, можно вычислить

$$g(e) = f(e) - \sum_{u \in C} \sum_d \alpha_e(u, d) I_{ud}, \forall e \in E \tag{5}$$

КС теперь знает значения I_{ud} для всех узлов $u \in C$ для всех $d \in N$, а также значения $g(e)$ для всех $e \in E$.

3.2 Формулировка проблемы динамической маршрутизации

Необходимо провести маршрутизацию трафика КС, чтобы минимизировать максимальное использование связей в сети. Эквивалентная проблема, которую более удобно решить, это задать пропускную способность линии фиксированной, но изменять вводимый трафик таким образом, что он по-прежнему помещался в сети. Эта проблема заключается в следующем:

maximize λ

при условии

$$\sum_{P: P \ni e} x(P) \leq c(e) - g(e) = b(e), \forall e \in E \tag{6}$$

$$\sum_{P \in P_{ud}} x(P) \geq \lambda I_{ud}, \forall u \in C, d \in N \tag{7}$$

$$x(P) \geq 0, \forall P \tag{8}$$

Если оптимальное $\lambda > 1$, то текущий трафик может быть направлен на ЭП, обеспечивая при этом, что все связи меньше, чем один путь использования. Несмотря на то, что проблема имеет экспоненциальное число переменных, можно решить проблему до любого желаемого уровня точности, используя прямо-двойственный алгоритм.

Для того, чтобы написать линейную программу (решение) для динамической задачи маршрутизации, показанной выше, нужно связать двойственные переменные $l(e)$ с пропускной способностью канала связи и z_{ud} для ограничения спроса. Прямо-двойственный алгоритм теперь может быть записан в виде

$$\text{minimize } \sum_{e \in E} b(e) l(e)$$

при условии

$$\sum_{e \in P} l(e) \geq z_{ud}, \forall P \in P_{ud} \forall u \in C \forall d \tag{9}$$

$$\sum_{u \in C} \sum_{d \in N} I_{ud} z_{ud} \geq 1 \tag{10}$$

$$l(e) \geq 0 \forall e \in E. \tag{11}$$

Предположим, что $l(e)$ устанавливается как вес ссылки $e \in E$. L_{ud} обозначим как кратчайший путь от u до d с учетом весов связей $l(e)$ на ссылку e . Прямо-двойственный алгоритм теперь может быть переписан в виде

$$\text{minimize } \sum_{e \in E} b(e)l(e) \tag{12}$$

при условии

$$\sum_{u \in C} \sum_{d \in N} l_{ud} L_{ud} \geq 1 \tag{13}$$

$$l(e) \geq 0 \forall e \in E. \tag{14}$$

Другими словами, учитывая любой неотрицательный набор весов связей $l(e)$, $\frac{\sum_{e \in E} b(e)l(e)}{\sum_{u \in C} \sum_{d \in N} l_{ud} L_{ud}}$ является верхней

границей в задаче динамической маршрутизации.

Заключение

В данной работе была рассмотрена проблема развертывания программно-определяемых компонент в существующей сети. Была сформулирована проблема контроллера программно-определяемой сети и введены понятия допустимого, выполнимого и контролируемого пути, введения трафика в сеть и порядка маршрутизации узлов. Также представлена формулировка проблемы динамической маршрутизации на контроллере программно-определяемой сети и её математическое описание на основе прямо-двойственного алгоритма.

Литература:

1. N. Gude, T. Koponen, J. Petit, B. Pfaff, M. Casado, N. McKeown, «Nox: Towards a Network Operating System», ACM SIGCOMM CCR.
2. T. Koponen «Onix: A Distributed Control Platform for Large Scale Production Networks».
3. C. Rothenberg, C.N. A. Correa, R. Raszuk «Revisiting Routing Control Platforms with the Eyes and Muscles of Software-Defined Networking», ACM-SIGCOMM HotSDN Workshop, 2012
4. T.V. Lakshman, T. Nandagopal, R. Ramjee, K. Sabnani, T. Woo, «The SoftRouter Architecture», Proceeding of Hotnets 2004
5. M.R. Nascimento, C.E. Rothenberg, M.R. Salvador, C.N. A. Correa, S. C. de Lucena, M.F. Magalhaes «Virtual Routers as a Service: the RouteFlow approach leveraging Software-Defined Networks», CFI 2011.

Методы моделирования случайных процессов

Селихов Юрий Родионович, доцент;
 Юрсков Сергей Валерьевич магистрант;
 Шуклин Алексей Владимирович, магистрант;
 Хамуш Анис Ленин, магистрант;
 Газаров Денис Андреевич, магистрант
 Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

В данной статье рассмотрены методы статистического моделирования применительно к моделированию на ЭВМ случайных процессов, имитирующих непрерывные случайные функции с заданными вероятностными характеристиками.

Ключевые слова: статистическое моделирование, случайные величины, стохастические процессы.

Существуют два типа алгоритмов, при помощи которых на ЭВМ могут вырабатываться дискретные реализации случайного процесса $U(t)$. Алгоритмы первого типа предусматривают вычисление дискретной последовательности значений $u_m = u(t_m)$, т. е. значений реализаций процесса $U(t)$ в совокупности заранее выбранных моментов времени $t_m (m = 0, 1, 2 \dots)$. Шаг дискретизации обычно принимается постоянным: $\Delta t = \text{const}$, тогда из стационарности процесса $U(t)$ следует стационарность последовательности $\{u_m\}$.

В основе алгоритмов этого типа положено линейное преобразование стационарной последовательности независимых гауссовских чисел ζ с параметрами $\langle \zeta \rangle = 0, \langle \zeta^2 \rangle = 1$ в последовательность $\{u_m\}$ коррелированную по заданному закону

$$\langle u_m, u_{m+l} \rangle = K(l\Delta t) \tag{1}$$

где $K(\tau)$ корреляционная функция моделируемого процесса. При этом оператор соответствующего линейного преобразования записывается или в виде скользящего суммирования с весом a_k

$$u_m = \sum_{k=1}^N a_k \xi_{m-k} \tag{2}$$

или в виде рекуррентного уравнения типа

$$u_m = \sum_{k=0}^r b_k \xi_{m-k} - \sum_{k=1}^p c_k u_{m-k} \tag{3}$$

Вид корреляционной функции воспроизводимого при помощи соотношений (2), (3) случайного процесса определяет набор значений коэффициентов a_k, b_k, c_k .

Ко второму типу относятся алгоритмы, основанные на представлении моделируемых процессов в виде разложений

$$U(t) = \sum_{\alpha} \psi_{\alpha}(U, t) \tag{4}$$

где ψ_k некоторая система детерминистических функций; U случайный вектор. При этом моделирование случайного процесса сводится к воспроизведению реализаций векторов U и последующему вычислению значений $U_m = U(tm)$ по формуле (4).

Целью статистического моделирования случайных полей является воспроизведение совокупности реализаций значений поля $U(x)$ в дискретных точках $x_n [x = (x_1, \dots, x_m), n=1, \dots, N]$. В дальнейшем не будем делать формального различия между пространственными координатами и временем и ограничимся случаем однородных случайных полей. Алгоритмы моделирования случайных полей, как правило, являются обобщением соответствующих алгоритмов моделирования случайных процессов на случай m переменных.

Моделирование гауссовского белого шума.

При статистическом моделировании случайных процессов и полей возникает необходимость в моделировании стационарного дельта-коррелированного гауссовского процесса $\zeta(t)$ (белого шума интенсивности s) или его многомерно-аналога $\zeta(x)$. На ЭВМ можно воспроизводить только усеченный белый шум $\zeta(i)$ с конечной дисперсией. Параметр ω_c при моделировании подбирается таким образом, чтобы последовательность $\zeta_m = \zeta(m\Delta t)$ была некоррелированной. Это условие будет выполняться, если выбрать $\omega_c = \pi/\Delta t$ где Δt шаг дискретизации. Моделирующий алгоритм при этом имеет вид [1]:

$$\xi_m = \left(\frac{s}{\Delta t}\right)^{\frac{1}{2}} \xi_m \tag{5}$$

Метод скользящего суммирования для моделирования случайных процессов.

Алгоритм (2) позволяет воспроизводить на ЭВМ последовательности $\{U_m\}$ сколь угодно большой длины, которые с самого начала обладают свойством стационарности. Весовые коэффициенты a_k могут быть вычислены различными способами. Эффективным является способ, основанный на разложении в ряд Фурье спектральной плотности моделируемого процесса. Преобразование (2) при этом берется в виде

$$u_m = \sum_{k=-P}^P a_k \xi_{m-k} \tag{6}$$

а коэффициенты

$$a_k = \frac{\Delta t}{\pi} \int_0^{\pi/\Delta t} \left[\frac{2\pi}{\Delta t} S(\omega)\right]^{1/2} \cos(k\Delta t\omega) d\omega \tag{7}$$

Шаг дискретизации Δt и число членов ряда P выбираются из условия

$$\left| 1 - \frac{1}{\sigma_u^2} \sum_{k=-p}^p \sigma_k^2 \right| \leq \varepsilon \tag{8}$$

где ε — допустимая погрешность; $\sigma_u^2 = K(0)$

Моделирование стационарных случайных процессов с дробно-рациональной спектральной плотностью.

Для моделирования случайных процессов с дробно-рациональной спектральной плотностью вида

$$S(\omega) = \frac{1}{2\pi} \left| \frac{B(i\omega)}{C(i\omega)} \right|^2 \tag{9}$$

где $B(i\omega)$ и $C(i\omega)$ полиномы относительно $(i\omega)$ порядка r и p соответственно ($r < p$) эффективным является алгоритм типа (3). Спектральная плотность последовательности

$$S(\omega) = \frac{\Delta t}{2\pi} \sum_{m=-\infty}^{\infty} K(m\Delta t) e^{-i\omega m\Delta t} \tag{10}$$

может быть приведена к виду

$$S(\omega) = \frac{\Delta t}{2\pi} \left| \frac{B(z)}{C(z)} \right|^2 \tag{11}$$

Где

$$B(z) = \sum_{k=0}^r b_k z^k; C(z) = 1 + \sum_{k=1}^p c_k z^k; z = e^{i\omega\Delta t} \tag{12}$$

Коэффициенты b_k, c_k используются в рекуррентных уравнениях (3). Соотношения (3) позволяют получать дискретные реализации случайных процессов сколь угодно большой длины. Начальные условия в (3) при вычислении первых значений последовательности $\{U_m\}$ можно выбрать произвольными (например, нулевыми). Вследствие этого возникает переходный процесс, в пределах которого начальный участок вырабатываемой реализации будет искажен. Величина этого участка реализации зависит от корреляционных свойств моделируемого процесса [2].

Моделирование случайных процессов с использованием канонического разложения.

Для стационарных гауссовских случайных процессов справедливо разложение:

$$U(t) = \int_0^{\infty} [U(\omega)\cos\omega t + V(\omega)\sin\omega t]d\omega \tag{13}$$

где $U(\omega)$ и $V(\omega)$ — независимые и стохастически ортогональные случайные функции. Принимая, что $S(\omega) = 0$ при $|\omega| > \omega_c$ и заменяя интеграл конечной суммой, получим:

$$U(t) = \sum_{k=0}^N (U_k \cos\omega_k t + V_k \sin\omega_k t) \tag{14}$$

Здесь ω_k гауссовские случайные величины со следующими вероятностными характеристиками:

$$\begin{aligned} \langle U_k \rangle &= \langle V_k \rangle = 0; \langle U_k V_k \rangle = 0; \\ \langle U_j U_k \rangle &= \langle V_j V_k \rangle = \sigma_j^2 \delta_{jk} \quad (j, k = 0, 1, \dots, N); \\ \sigma_0^2 &= S(0)\Delta\omega; \sigma_k^2 = 2S(\omega_k)\Delta\omega \quad (k \geq 1). \end{aligned}$$

Число членов ряда (14) выбирается из условия

$$\left| 1 - \frac{1}{\sigma_u^2} \sum_{k=-p}^p \sigma_k^2 \right| \leq \varepsilon$$

Наряду с (14) можно использовать разложение

$$U(t) = \sum_{k=0}^N A_k \cos(\omega_k t + \alpha_k) \tag{15}$$

Здесь A_k, α_k случайные величины с совместной плотностью вероятности

$$p(A_1, \dots, A_N, \alpha_1, \dots, \alpha_N) = \prod_{k=1}^N p_1(A_k)p_2(\alpha_k);$$

$$p_1(A_k) = \frac{A_k}{\sigma_k^2} e^{-\frac{A_k^2}{\sigma_k^2}} (A_k \geq 0); p_2(\alpha_k) = (2\pi)^{-1} (0 \leq \alpha_k \leq 2\pi).$$

Реализации, получаемые при помощи выражений (14), (15), являются периодическими ($T = 2\pi/\Delta\omega$) следовательно, свойством эргодичности не обладают. Общее достоинство разложений (14) и (15) — простота алгоритма моделирования, а недостаток — необходимость учитывать большое число членов ряда.

Разложения (14) и (15) удобно использовать для получения дискретных реализаций случайных процессов в неравноотстоящих точках [3].

Другие методы моделирования случайных процессов.

Во многих случаях эффективным оказывается метод моделирования, основанный на использовании разложения [4]:

$$U(t) = \sigma_u^2 \left(\frac{2}{N}\right)^{1/2} \sum_{k=1}^N \cos(\omega_k t + \alpha_k) \tag{16}$$

Здесь ω_k, α_k случайные величины с совместной плотностью вероятности

$$p(\omega_1, \dots, \omega_N, \alpha_1, \dots, \alpha_N) = \prod_{k=1}^N p_1(\omega_k) p_2(\alpha_k),$$

$$p_1(\omega_k) = p_1(\omega) = \sigma_u^{-2} S(\omega) \quad (-\infty < \omega < \infty), \quad p_2(\alpha_k) = (2\pi)^{-1} \quad (0 \leq \alpha_k \leq 2\pi)$$

Согласно центральной предельной теореме распределение реализаций (16) при $N \rightarrow \infty$ стремится к гауссовскому. Кроме того, при $N \rightarrow \infty$ реализации будут асимптотически эргодическими по отношению к математическому ожиданию и корреляционной функции.

Наряду с (16) можно использовать разложение

$$U(t) = \sum_{k=1}^N A_k \cos \omega_k t + B_k \sin \omega_k t \tag{17}$$

Здесь A_k, B_k, ω_k случайные величины с совместной плотностью вероятности

$$p(A_1, \dots, A_N, B_1, \dots, B_N) = \prod_{k=1}^N p_1(A_k) p_1(B_k) p_2(\omega_k),$$

$$p_2(\omega_k) = p_2(\omega) = 2S(\omega) \sigma_u^2 \quad (0 \leq \omega \leq \infty)$$

Кроме того, $\langle A_k \rangle = \langle B_k \rangle = 0; \langle A_k^2 \rangle = \langle B_k^2 \rangle = \sigma_u^2/N$ Закон распределения величин A_k и B_k можно принять равномерным на интервале (0,1), при этом их реализации моделируются при помощи соотношений

$$A_k = \sigma_u \left(\frac{1}{N}\right)^{1/2} \left(\gamma_k' - \frac{1}{2}\right); B_k = \sigma_u \left(\frac{1}{N}\right)^{1/2} \left(\gamma_k'' - \frac{1}{2}\right) \tag{18}$$

Здесь γ_k', γ_k'' — случайные числа, равномерно распределенные на интервале (0,1), которые вырабатываются на ЭВМ с помощью программных датчиков. Моделирование реализаций ω_k выполняют одним из методов моделирования случайных величин с заданным законом распределения.

Заключение

В данной статье были рассмотрены методы статистического моделирования применительно к моделированию на ЭВМ случайных процессов, заключающихся в решении задачи воспроизведения дискретных последовательностей, имитирующих непрерывные случайные функции с заданными вероятностными характеристиками.

Литература:

1. Быков, В. В. Цифровое моделирование в статистической радиотехнике. М., «Советское радио», 1971, 328 с.
2. Голенко, Д. И. Моделирование и статистический анализ псевдослучайных чисел на электронных вычислительных машинах. М., «Наука», 1965. 227 с.
3. Шведов, А. С. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Изд. дом, ГУ-ВШЭ, 2005. — 254с
4. Shinozuka, M. Simulation of multivariate and multidimensional random processes. — «Journ. Acoust. Soc. Am.», 1971, vol. 49, N 1, p. 556–583.

Система оценки и управления безопасностью предприятия в условиях неопределенности

Серикбаева Асем Балтабековна, магистр технических наук, старший преподаватель;
Валиева Динара Галымжановна, магистр естественных наук, преподаватель
Карагандинский государственный университет имени академика Е. А. Букетова (Казахстан)

Целью данного исследования является правовое регулирование отношений субъектов, имеющих отношение к предприятиям. Субъектами в данном случае будут:

- Объекты предприятия;
- страховые компании;
- контролирующие органы;
- независимые эксперты.

Ключевые слова: *безопасность, метод анализа иерархий, количественная оценка.*

Интервально-качественная шкала уровня безопасности

Для оценки уровня безопасности предлагаются нормативные значения количественного интегрального показателя. В таблице 1 приведена интервально-ка-

чественная шкала оценки уровня промышленной безопасности. Где количество баллов приближенному к максимальному значению (0,75–1 балл) указывает на очень высокий уровень безопасности, а к минимальному (0–0,25 балл) — на очень низкий уровень безопасности.

**Таблица 1. Определение уровня безопасности предприятия.
Интервально-количественная шкала уровня безопасности**

Уровень промышленной безопасности	Интегральный показатель уровня безопасности
Очень низкий	$0 \leq Y < 0,25 \Leftrightarrow [0, 0.25)$
Низкий	$0.25 \leq Y < 0,5 \Leftrightarrow [0.25, 0.5)$
Средний	$Y = 0.5$
Высокий	$0.5 < Y \leq 0.75 \Leftrightarrow [0.5, 0.75)$
Очень высокий	$0.75 < Y \leq 1 \Leftrightarrow [0.75, 1)$

Для характеристики уровня безопасности недостаточно определить уровень безопасности на конкретный момент времени. Необходимо проанализировать особенности динамики в исследуемом периоде, чтобы оценить характер безопасности объекта и изменение его положения средних сравниваемых предприятий.

Методология решения проблемы

Чтобы все действующие субъекты могли принять оптимальное решение, они должны «говорить» на понятном всем языке. Таким языком является язык цифр. При этом сам объект — безопасность, должен быть оценен количественно. Существуют следующие подходы оценки: статистический; балльно-факторный; экспертный.

Из экспертных методов привлекателен метод принятия решений, основанный на дособытийных экспертных оценках. При этом все множество разнородных факторов, влияющих на безопасность разбивается на группы. Факторы, принадлежащие одной группе, имеют общие

объединяющие признаки. Для определения весомости (значимости) влияния этих факторов на безопасность используются мнения экспертов, которые могут быть высказаны в количественной или лингвистической (вербальной) форме. Эти высказывания математически формализуются в самой общей форме при минимуме исходных ограничений. На наш взгляд, наилучшим методом формализации экспертных высказываний, их обработки и принятия решений является метод анализа иерархий.

Необходимость учета множества факторов при оценке уровня промышленной безопасности и трудность формализации задачи приводит к необходимости использования теории принятия решений. Из существующих методов принятия решений мы отдаем предпочтение методу анализа иерархий (МАИ).

Метод анализа иерархий (МАИ, иногда МетАИе) — математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение, какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерак-

тивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению. Этот метод разработан американским математиком Томасом Саати, который написал о нем книги, разработал программные продукты и в течение 20 лет проводит симпозиумы ISANP.

МАИ широко используется на практике и активно развивается учеными всего мира. В его основе наряду с математикой заложены и психологические аспекты. МАИ позволяет понятным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения. МАИ используется во всем мире для принятия решений в разнообразных ситуациях: от управления на межгосударственном уровне до решения отраслевых и частных проблем в бизнесе, промышленности, здравоохранении и образовании. Для компьютерной поддержки МАИ существуют программные продукты, разработанные различными компаниями.

Анализ проблемы принятия решений в МАИ начинается с построения иерархической структуры, которая включает цель, критерии, альтернативы и другие рассматриваемые факторы, влияющие на выбор. Эта структура отражает понимание проблемы лицом, принимающим решение. Каждый элемент иерархии может представлять различные аспекты решаемой задачи, причем во внимание могут быть приняты как материальные, так и нематериальные факторы, измеряемые количественные параметры и качественные характеристики, объективные данные и субъективные экспертные оценки. Иными словами, анализ ситуации выбора решения в МАИ напоминает процедуры и методы аргументации, которые используются на интуитивном уровне.

Следующим этапом анализа является определение приоритетов, представляющих относительную важность или предпочтительность элементов построенной иерархической структуры, с помощью процедуры парных сравнений. Безразмерные приоритеты позволяют обоснованно сравнивать разнородные факторы, что является отличительной особенностью МАИ.

На заключительном этапе анализа выполняется синтез (линейная свертка) приоритетов на иерархии, в результате которой вычисляются приоритеты альтернативных решений относительно главной цели. Лучшей считается альтернатива с максимальным значением приоритета.

Метод анализа иерархий содержит процедуру синтеза приоритетов, вычисляемых на основе субъективных суждений экспертов. Число суждений может измеряться дюжинами или даже сотнями. Математические вычисления для задач небольшой размерности можно выполнить вручную или с помощью калькулятора, однако гораздо удобнее использовать программное обеспечение (ПО) для ввода и обработки суждений. Самый простой способ компьютерной поддержки — электронные та-

блицы, самое развитое ПО предусматривает применение специальных устройств для ввода суждений участниками процесса коллективного выбора.

Метод состоит из совокупности следующих общих этапов:

1. Структуризация задачи в виде иерархической структуры с несколькими уровнями;
2. Парные сравнения элементов каждого уровня;
3. Вычисление коэффициентов важности (весов) элементов каждого уровня. При этом проверяется согласованность суждений;
4. Вычисление комбинированного весового коэффициента и определение наилучшей альтернативы [1].

Управление уровнем безопасности

Рассмотрим несколько (для определенности три) производства. Проблема заключается в сравнении трех имеющихся альтернатив по уровню безопасности. Применяя метод анализа иерархий (МАИ), на первом шаге необходимо структурировать проблему в виде иерархии. На первом уровне (в фокусе) иерархии расположена главная цель — безопасность. На втором уровне находятся пять факторов или критериев, каждый из которых вносит определенный вклад в цель, на третьем уровне расположены подкритерии, и на четвертом (самом нижнем) уровне — три однотипных предприятия.

На следующем шаге выполняются парные сравнения. Элементы второго уровня иерархии записываются в матрицу, которая заполняется суждениями экспертов в области безопасности, об относительной важности элементов в свете главной цели.

Матрица парных сравнений, которая представляет собой второй уровень иерархии.

Далее выполняются парные сравнения подкритериев (интенсивностей), соответствующие каждому критерию, относительно их родительского критерия.

Следующим шагом является определение альтернатив, в наибольшей степени определяющие указанные подкритерии. Альтернативы — предприятие 1 (П1), предприятие 2 (П2) и предприятие 3 (П3).

Для этого мы сравниваем три однотипных предприятия относительно по каждому подкритерию.

В заключение отметим, разработанная методика дает возможность сравнивать однотипные предприятия, оценивая уровни безопасности количественным показателем по всей совокупности факторов, а также, в случае необходимости, отслеживать значимость каждого фактора.

Всем упомянутым заинтересованным сторонам в своей деятельности необходимо оценивать уровень безопасности предприятия:

- организациям, эксплуатирующим предприятия, — для эффективного управления безопасностью;
- государственному контрольному органу — для организации и планирования контрольных мероприятий;

— страховым компаниям — для определения оптимальных условий страхования владельцев объектов.

Таким образом, разработанная система принятия решения на множестве несистематизированных параметров при отсутствии доминирования позволяет:

— найти решение, удовлетворяющее все заинтересованные стороны;

— наилучшим образом учесть предпочтения заинтересованных сторон;

— свести к минимуму влияние лица, принимающего решение;

— наметить эффективные действия по управлению и контролю уровня промышленной безопасности ОПО.

Литература:

1. Saaty, T. Decision-making. Method of the analysis of hierarchies. M.: Radio and communication, 1993. — p. 278

Анализ работоспособности грунтовой плотины в криолитозоне

Соколов Богдан Владимирович, магистрант;

Агишев Камилль Наилевич, магистрант;

Чернышев Дмитрий Андреевич, магистрант

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Необходимым конструктивным элементом для водохозяйственного использования рек являются водоподпорные гидротехнические сооружения или плотины. Как показывает практика [1, 2], в условиях криолитозоны наиболее целесообразным типом водоподпорного сооружения являются грунтовые плотины. Они могут быть разделены на две основные группы: плотины с мерзлотной завесой (не фильтрующие) и плотины без мерзлотной завесы (талые или фильтрующие) [1].

Часто по геологическим и другим особенностям района строительства приходится пересматривать известную технологию работ, создавать новые конструкции и организацию возведения, особенно напорных гидротехнических сооружений.

Надежности и безопасности напорных сооружений, и в частности плотин, во многом способствует качественно выполненные противофильтрационные завесы в вечномерзлых основаниях.

1. Постановка задачи.

Практика гидротехнического строительства показывает, что строительство крупных гидротехнических сооружений в условиях вечной мерзлоты возможно. Однако при этом особое внимание должно быть уделено фильтрационному и температурному режимам системы грунтовая плотина — основание, изменения которых, в основном, являются причиной аварийных ситуаций. Это устанавливает повышенные требования к конструкциям и качеству противофильтрационного элемента, а также требует дополнительных исследований и совершенствования методов решения фильтрационно-температурных задач.

2. Описание исследования.

Как известно, основным фактором, влияющим на устойчивость и сохранение работоспособности грунтовых плотин в криолитозоне, является их температурно-влаж-

ностный режим или их геокриологическое состояние. При проектировании принимается один из принципов строительства [6]:

а. Сохранение вечномерзлого состояния грунта при строительстве и эксплуатации;

б. Допущение использования естественных талых или оттаивание грунтов основания в ходе строительства и эксплуатации плотины на определенную глубину.

Плотина согласно проекту мерзлого типа, расположена на мерзлом основании. Мощность многолетнемерзлых пород около 230 м. Температура грунтов на глубине нулевых амплитуд минус 5-7^oC [3, 4].

В теле плотины наблюдалось постепенное повышение температур от правобережной части к левобережной, эта тенденция была подтверждена результатами работ, проведенных в предаварийный период 2012 г. [5].

Большая часть плотины от правого берега до дамбы-шпоры водозаборного узла сложена многолетнемерзлыми грунтами сливающегося типа и характеризуется температурами грунтов от минус 5^oC до минус 1^oC в верхней части разреза ниже сезонно-талого слоя и от минус 1,4^oC до минус 0,6^oC на глубине 20 м. Температура грунтов равномерно повышается по направлению от правого берега плотины к левому. Около оси заложения трубы для пропуска строительных расходов на глубинах 4–9 м (абсолютные отметки 44–49 м) зафиксированы повышенные температуры грунтов в диапазоне минус 0,2–0,4 ^oC. Так же участок многолетнемерзлых грунтов сливающегося типа вскрыт у левого берега плотины правее поверхностного водосброса. Температуры грунтов на этом участке составляют от минус 2,6–2,4 ^oC в верхней части разреза, до минус 0,1–0,3 ^oC на глубинах 15–20 м.

Грунты основания за пределами зоны разуплотнения находятся в многолетнемерзлом состоянии, четвертичные

отложения льдонасыщены, льдистые, реже — сильно льдистые; сланцы юрско-меловой системы — слабольдистые.

Грунты слоя сезонного промерзания и оттаивания представлены насыпными, преимущественно щебенистыми и дресвяными грунтами с суглинисто-супесчаным заполнителем и суглинками дресвяными и щебенистыми. Грунты сезонного слоя находятся в мерзлом состоянии. Толщина сезонного слоя изменяется от 3,0 до 3,7 м. При промерзании по степени морозной пучинистости грунты сезонного слоя относятся к среднепучинистым.

Наиболее фильтрующими являются насыпные техногенные грунты на контакте с грунтами основания, представленным выветрелыми трещиноватыми коренными породами или аллювиальными отложениями, находящимися в талом состоянии.

Подземные воды вскрыты в талых аллювиальных галечниковых грунтах на глубинах порядка 16–18 м. Воды напорные, установившийся уровень подземных вод соответствует абсолютным отметкам 40,01–40,51 м.

Воды пресные, химический состав — гидрокарбонатно-хлоридно-натриево-магниевый с минерализацией 0,6 г/л.

Коррозионная агрессивность грунтов плотины по отношению к свинцу средняя и высокая, к алюминию — средняя, к стали — средняя и высокая, к бетону грунты неагрессивны.

Результаты опробования скважин.

Было выполнено 11 экспресс-наливов в скважины, расположенные на гребне плотины и на берме со стороны нижнего бьефа. При проведении испытаний применялись автоматические датчики давления, позволявшие проследить ход восстановления уровня воды в скважине непрерывно.

Коэффициенты фильтрации по 11 опробуемым скважинам, полученные при интерпретации экспресс-опробований по методу Hvorslev, приведены в таблице 1, исходные расчетные графики — на рис. 4.2–4.10.

Индикаторные графики изменения уровней при обработке экспресс-наливов с результатами работы программы ANSDIMAT представлены на рисунках 1–9.

Таблица 1. Результаты фильтрационных испытаний

№ скважины	Коэффициент фильтрации, м/сут
1	1.17
2	4.26
5	1.41
6	1.60
7	4.80
8	2.43
9	$4.83 \cdot 10^{-3}$
10	1.00
11	0.10

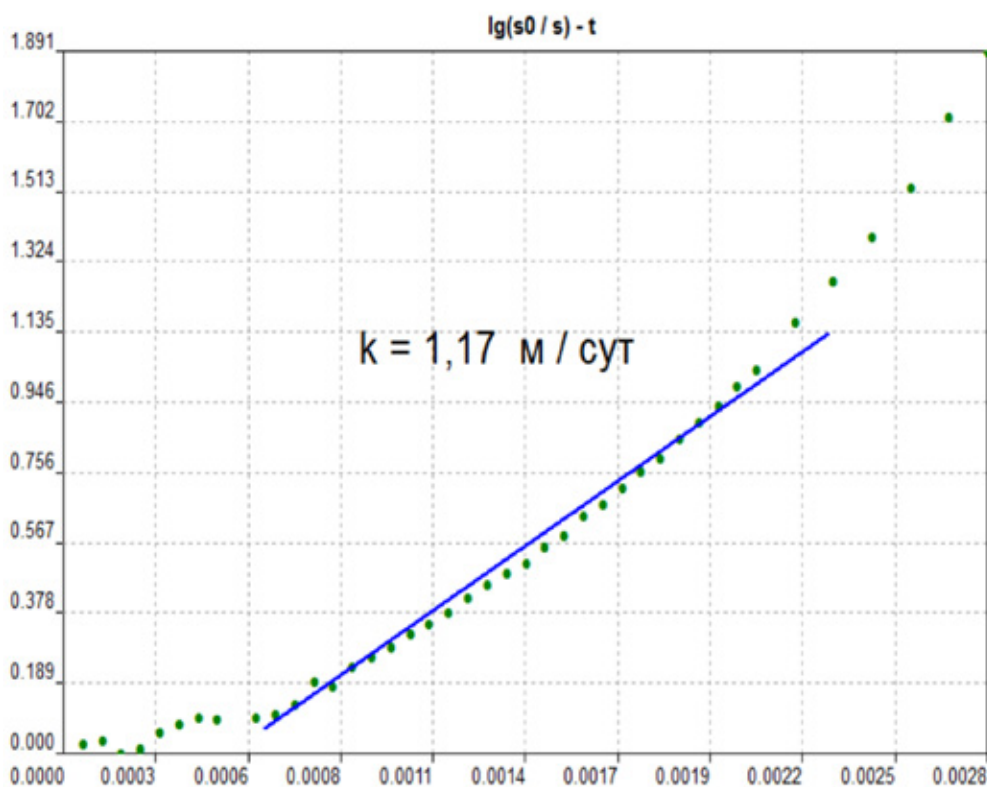


Рис. 1. График временного прослеживания восстановления уровня воды в скважине № 1 при экспресс-наливе

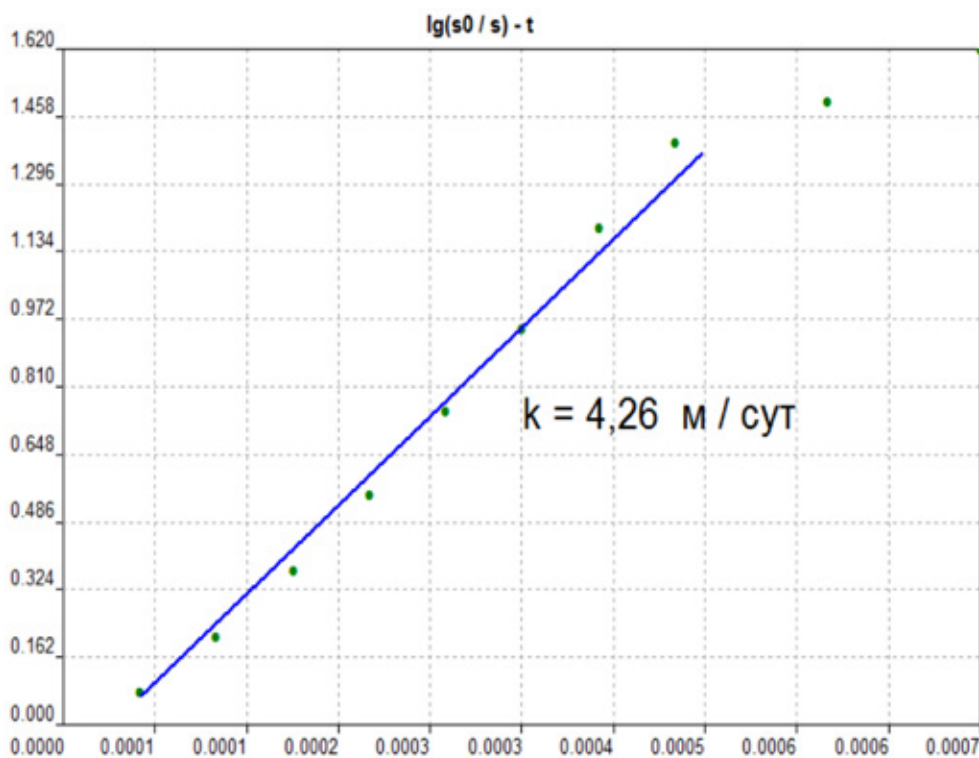


Рис. 2. График временного прослеживания восстановления уровня воды в скважине № 2 при экспресс-наливе

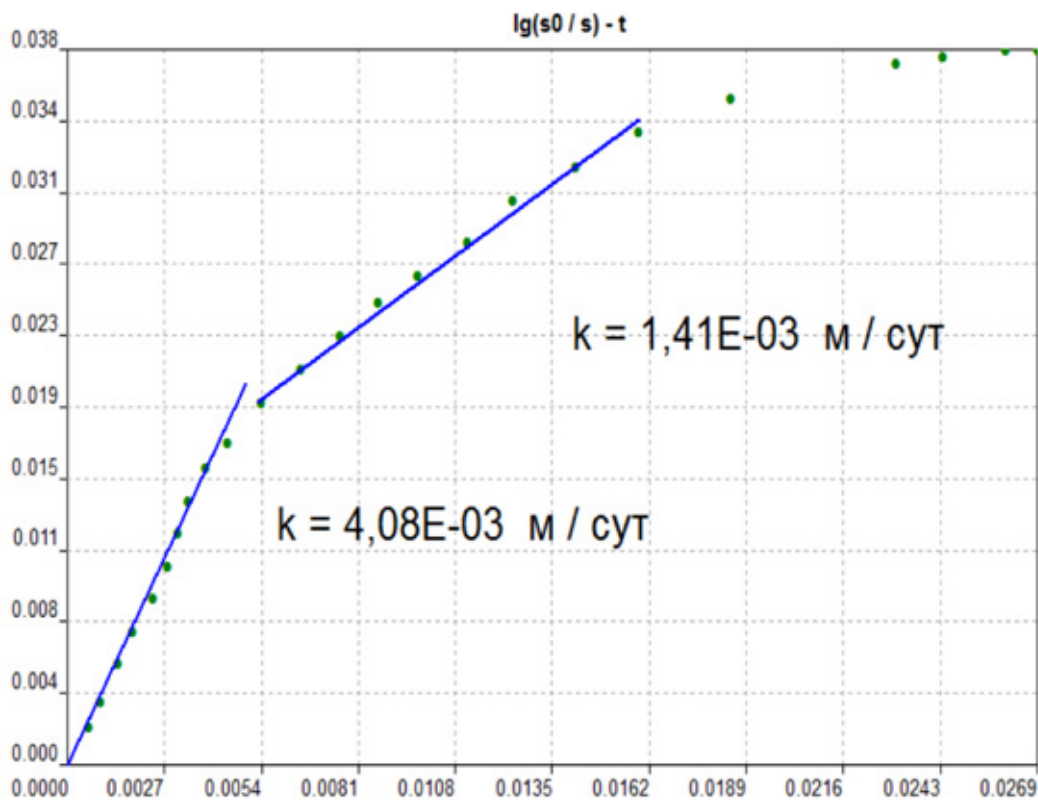


Рис. 3. График временного прослеживания восстановления уровня воды в скважине № 5 при экспресс-наливе

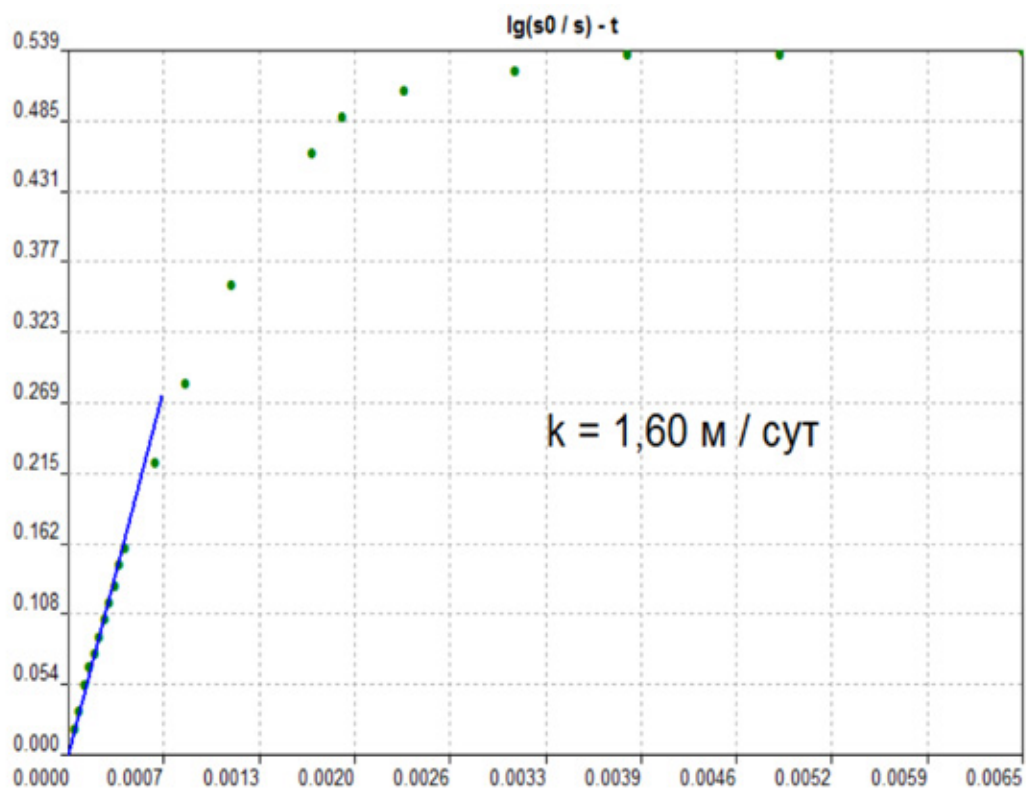


Рис. 4. График временного прослеживания восстановления уровня воды в скважине № 6 при экспресс-наливе

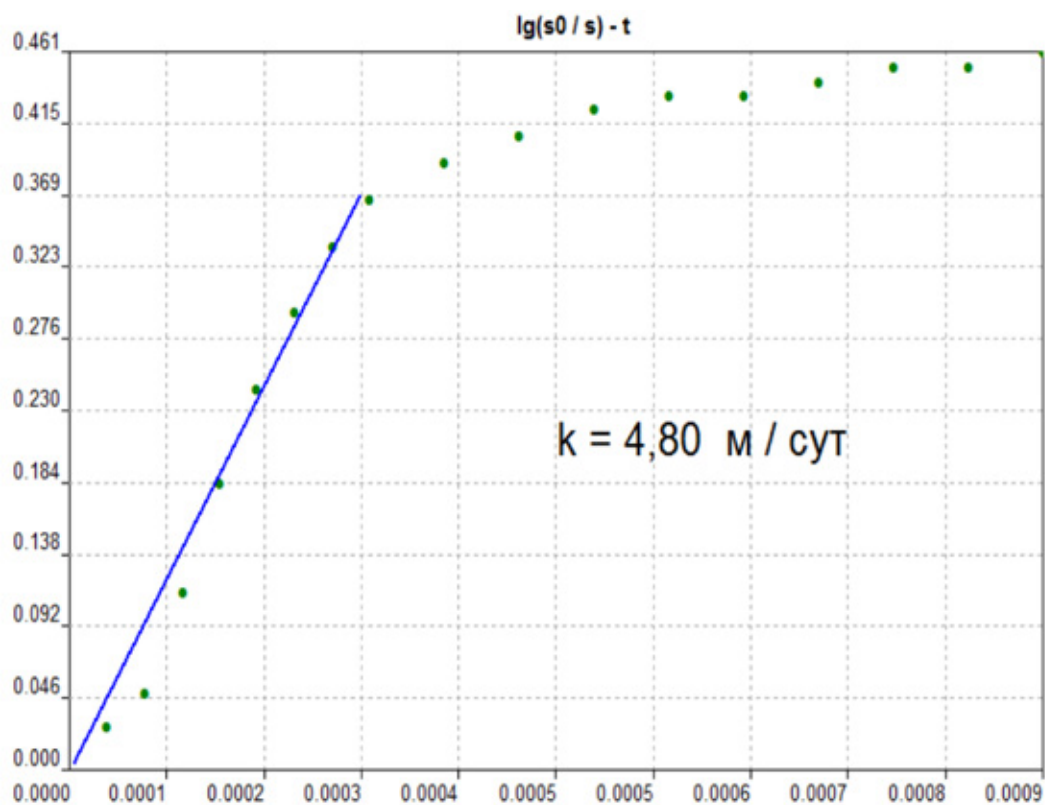


Рис. 5. График временного прослеживания восстановления уровня воды в скважине № 7 при экспресс-наливе

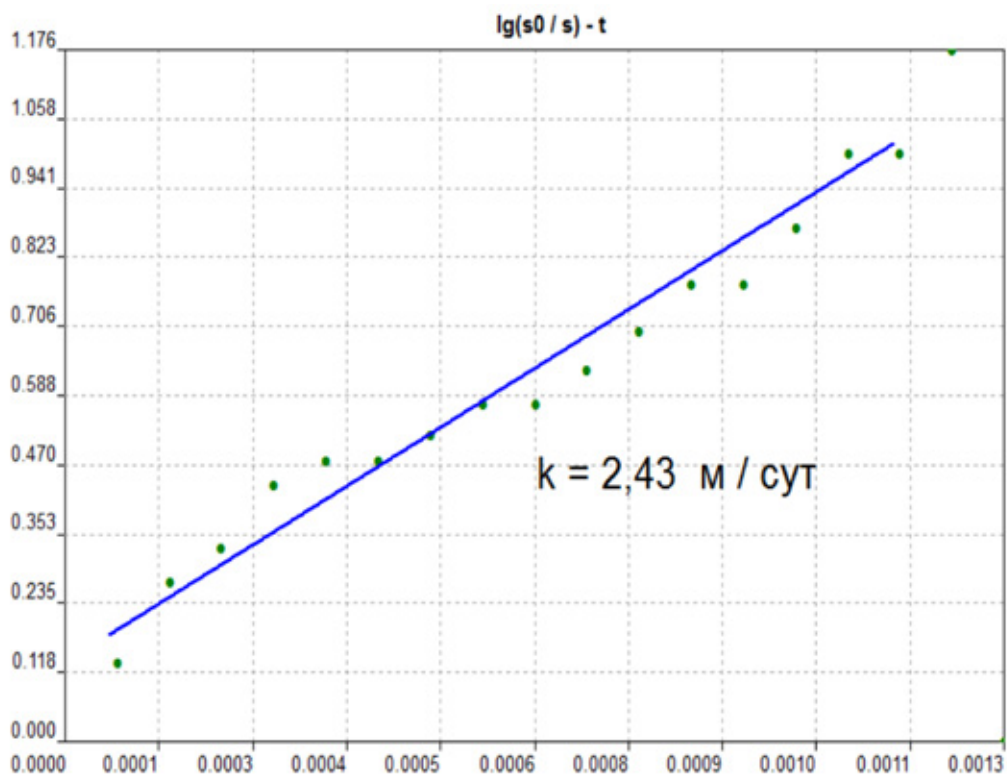


Рис. 6. График временного прослеживания восстановления уровня воды в скважине № 8 при экспресс-наливе

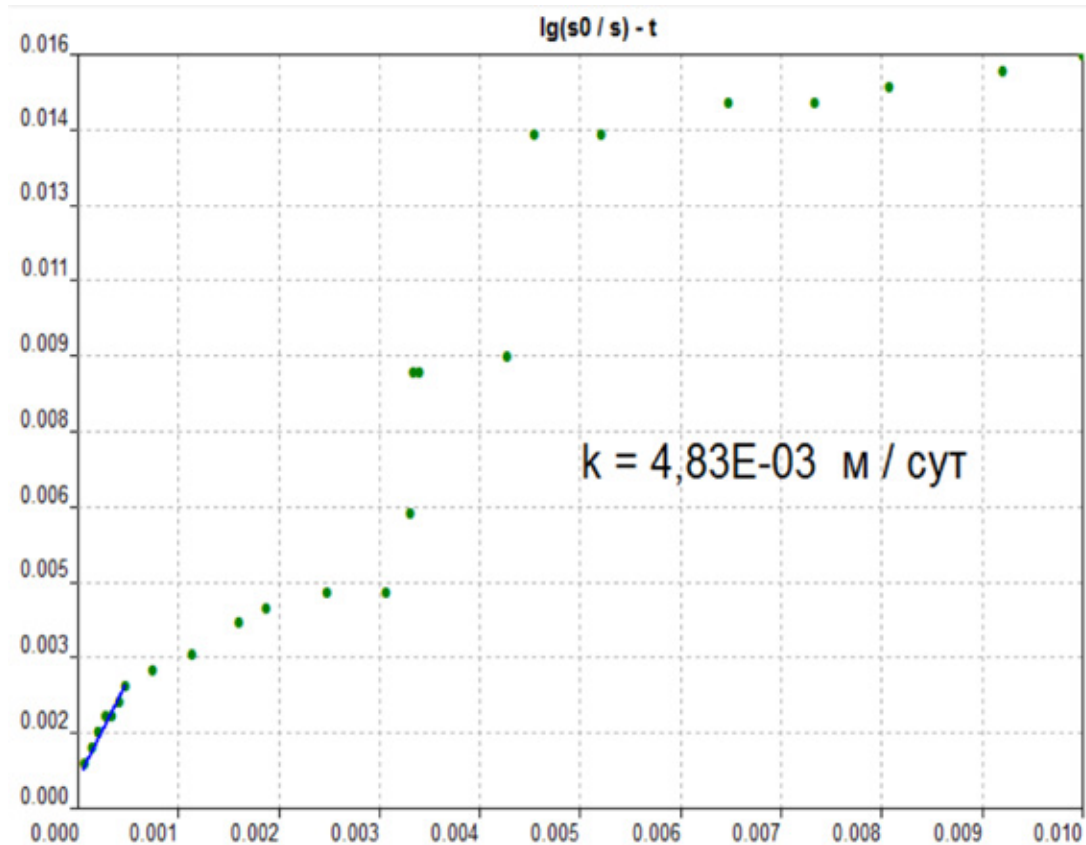


Рис. 7. График временного прослеживания восстановления уровня воды в скважине № 9 при экспресс-наливе

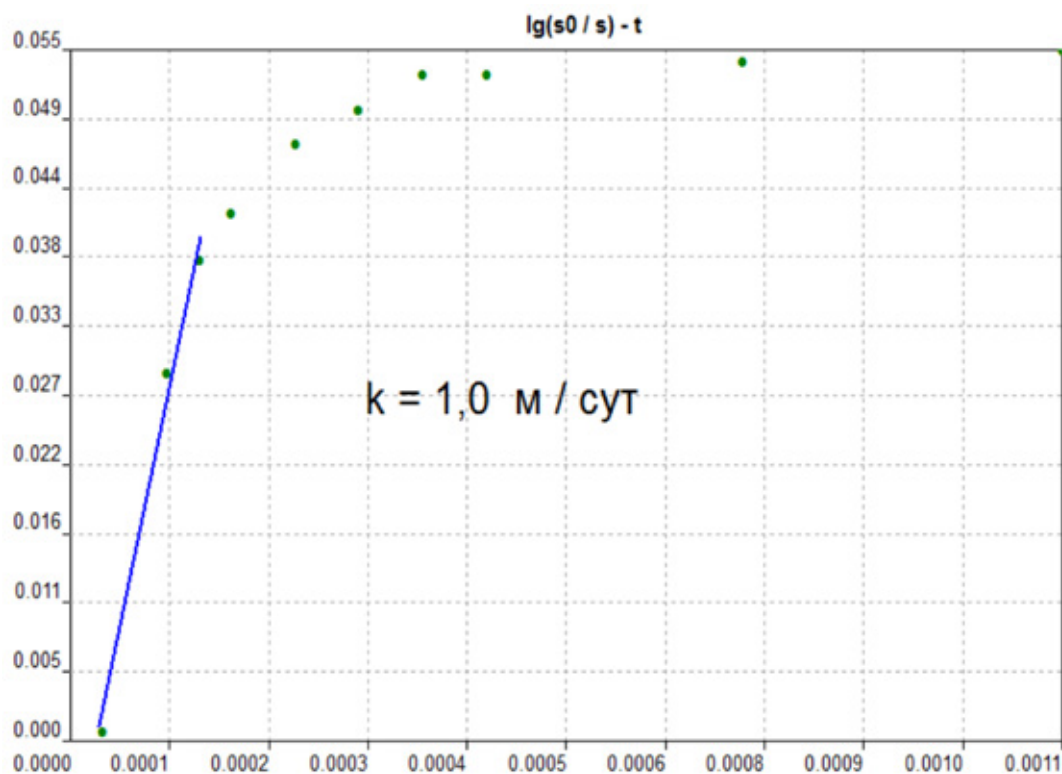


Рис. 8. График временного прослеживания восстановления уровня воды в скважине № 10 при экспресс-наливе

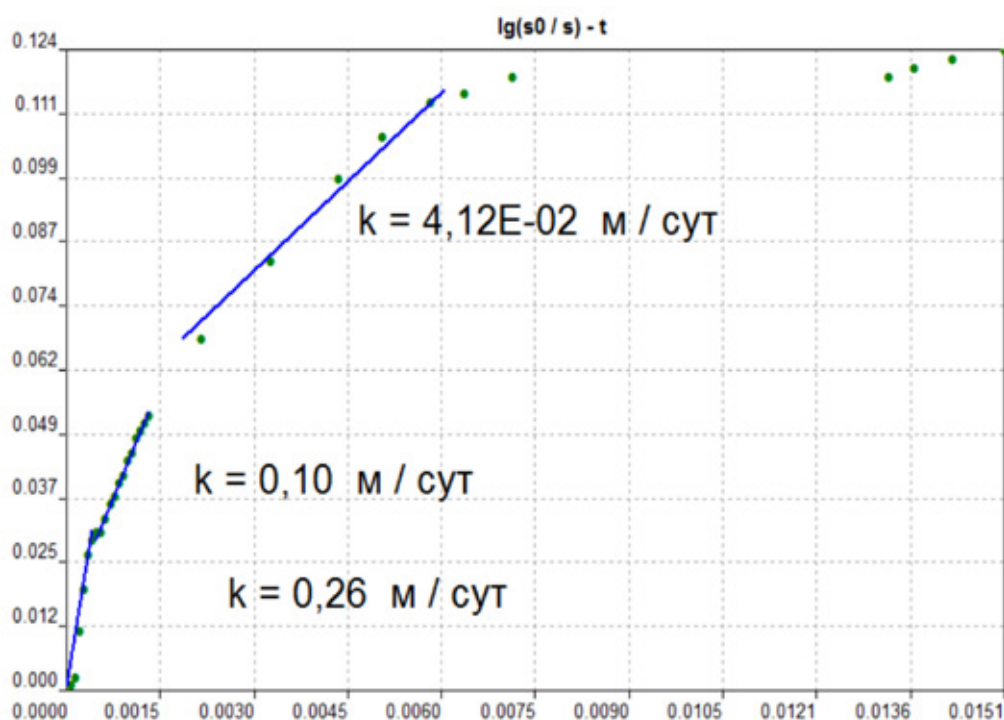


Рис. 9. График временного прослеживания восстановления уровня воды в скважине № 11

Таким образом, в результате проведенных экспресс-опробований и обработки данных определены фильтрационные характеристики грунтов. Коэффициенты фильтрации разуплотненных талых грунтов изменяются от

1,17 до 4,8 м/сут, суглинков — от $1,41 \cdot 10^{-3}$ до $4,83 \cdot 10^{-3}$ м/сут.

С помощью цементации производится заполнение имеющихся в грунте пустот, в результате чего снижается

расход и скорость фильтрации воды. При снижении расходов и скоростей фильтрации:

- создаются условия, позволяющие переморозить фильтрующий талик;
- повышается суффозионная устойчивость грунтов в районе фильтрующего талика;
- уменьшается тепловой поток в мерзлый массив на границе с мерзлыми породами, и соответственно уменьшается скорость деградации мерзлоты.

Литература:

1. Гольдин, А. Л., Рассказов Л. Н. Проектирование грунтовых плотин: 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во АСВ, 2001. 375 с.
2. Куперман, В. Л., Мызников Ю. Н., Торопов Л. Н. Гидроэнергетическое строительство на Севере. М.: Энергоатомиздат, 1987. 303 с.
3. Документация о ремонте плотины после аварии 1970 г.
4. Проектная документация строительства плотины «Дальстройпроекта» 1964–1969 гг.
5. Проект капитального ремонта плотины ОАО «Фундаментпроект» 2011 г.
6. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечно мерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04–88 — М., 2012.

3. Заключение.

Анализируя полученные данные можно сделать следующие выводы:

- а. Плотина находится в аварийном состоянии;
- б. Требуется цементационная завеса в местах ослабления грунтовой плотины и восстановление несущей способности по результатам ранее проведенных геофизических, геологических и гидрогеологических изысканий.

Анализ оптимизации энергоэффективных систем теплоснабжения в условиях Узбекистана

Сотникова Ирина Владимировна, ассистент;

Косокина Валентина Константиновна, бакалавр

Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Беруни (Узбекистан)

В статье проведен анализ оптимизации энергоэффективных систем теплоснабжения в условиях Узбекистана. Рассмотрен комплекс мер по выходу отрасли на новый уровень развития, снижения энергоемкости производства электроэнергии.

Ключевые слова: энергоэффективность, теплоснабжение, удельный расход топлива, энергосбережение, модернизация генерирующих мощностей, системы теплофикации

Как свидетельствует мировой опыт, состояние городской инфраструктуры занимает важное место в стратегии модернизации любого государства и повышении индустриально-инновационного уровня национальной экономики. Это, в свою очередь, обуславливает необходимость создания эффективной системы управления городской инфраструктурой, основанной на новом механизме территориального хозяйствования и стратегическом подходе к развитию городов. Такой механизм должен быть ориентирован на повышение качества жизни населения, на укрепление экономической самостоятельности городов, на повышение эффективности и комплексности их развития, на создание благоприятных условий для конкурентного функционирования рыночных структур и привлечения инвестиционных ресурсов.

В Узбекистане создана надежная энергетическая база для реализации программ социально-экономического

развития страны. Энергосистема республики сегодня — это 37 тепловых и гидравлических электростанций с общей установленной мощностью более 11 миллионов киловатт и с возможностью выработки до 55 миллиардов киловатт-часов в год. Общая протяженность линий электропередачи всех напряжений составляет более 230 тысяч километров. Теплоэнергетика Узбекистана функционирует на базе собственных топливно-энергетических ресурсов. Крупные тепловые электростанции, такие как Сырдарьинская ГРЭС, мощностью 3 млн. кВт, Ново-Ангренская — 2,1 кВт, Ташкентская — 1,86 кВт, Навоийская — 1,25 кВт, являются основой электроэнергетики республики. Доля их в структуре общей установленной мощности энергосистемы составляет 87 процентов. На тепловых электростанциях установлено 30 энергоблоков единичной мощностью от 150 до 300 тысяч киловатт.

За последние годы введен в эксплуатацию конденсационный энергоблок мощностью 800 МВт на Талимарджанской ТЭС, не имеющий аналогов в Центрально-Азиатском регионе с удельным расходом топлива 323,7 г/кВт. ч при средней по энергосистеме величине 381 г/кВт. ч.

В 2012 году завершилось строительство первой в республике современной парогазовой установки мощностью 478 МВт на Навоийской ТЭС. С вводом 28 данного блока в эксплуатацию будет достигнуто увеличение выработки электроэнергии на 3462,6 млн. кВтч в год. Экономия природного газа ожидается в объеме 330 млн. м³ в год, сокращение вредных выбросов в атмосферу 744 тыс. т. CO₂ эквивалента в год. Кроме выработки электроэнергии, предусматривается установка системы теплофикации с годовым отпуском тепла 330 тыс. Гкал.

Совместно с Японской организацией по развитию новых технологий NEDO идет внедрение когенерационной газотурбинной технологии на Ташкентской ТЭЦ (с компонентом МЧР), проектом предусмотрено строительство газовой турбины с генератором мощностью 27 МВт, что обеспечит экономию 35 млн. м³ природного газа в год и снизит выбросы CO₂ на 65 тыс. тонн в год.

Реализация проекта позволит увеличить производительность, надежность и эффективность работы ТЭЦ. Проектом предусмотрено строительство газовой турбины с генератором мощностью 27 МВт и парового котла-утилизатора производительностью 47 т/ч. Реализация модельного проекта позволит внедрить современную технологию энергопроизводства на базе ГТУ, заменить генерирующее оборудование, выработавшее расчетный ресурс, обеспечит надежность и экономичность эксплуатации ТЭЦ.

Все проводимые реформы конечной целью имеют устойчивое, динамичное и сбалансированное развитие промышленности республики, углубления структурных преобразований и диверсификацию основных ее отраслей [1].

Реализация только данных мер по энергосбережению позволит обеспечить увеличения в среднем на 30% объ-

емов выработки электроэнергии, при сохранении потребления топлива на существующем уровне за счет снижения энергоемкости производства.

В энергетической отрасли Республики Узбекистан разработан комплекс мер по выходу отрасли на новый уровень развития, снижения энергоемкости производства электроэнергии.

Основное отличие программы от ранее действовавших — кардинальное реформирование электроэнергетики, строительство новых и модернизация существующих генерирующих мощностей на основе привлечения передового опыта и установки высокотехнологичного оборудования, что позволит добиться существенного повышения эффективности производства, передачу и распределение электрической энергии [2,3].

Основной показатель эффективности при производстве электрической энергии — удельный расход топлива по системе увеличился в последнее время и составил на 2011 год 378,9 г/кВт. ч. Из-за физического износа передающих устройств электрической энергии и их перегрузок, несовершенства приборов учета увеличились технологические расходы на ее транспортировку в целом суммарные потери составляют 13,8% (рис. 1,2).

Узбекистан из-за применения устаревших технологий и дешевизны внутренних цен на углеводородное сырье является одной из самых энергоемких стран с точки зрения расхода углеводородного сырья на 1 долл. ВВП. Это свидетельствует о больших возможностях повышения эффективности внутреннего использования углеводородного сырья при условии масштабного внедрения альтернативных источников энергии.

В связи с этим принята программа энергосбережения ГЭК «Узбекэнерго» на период до 2020 года, сбалансирована с прогнозными показателями производства и потребления электрической энергии на этот период. Программа направлена на реализацию потенциала энергосбережения в отрасли за счет выполнения системы мер по эффективному использованию топлива, сокращение потерь электроэнергии во всей цепи её производства, передачи и рас-

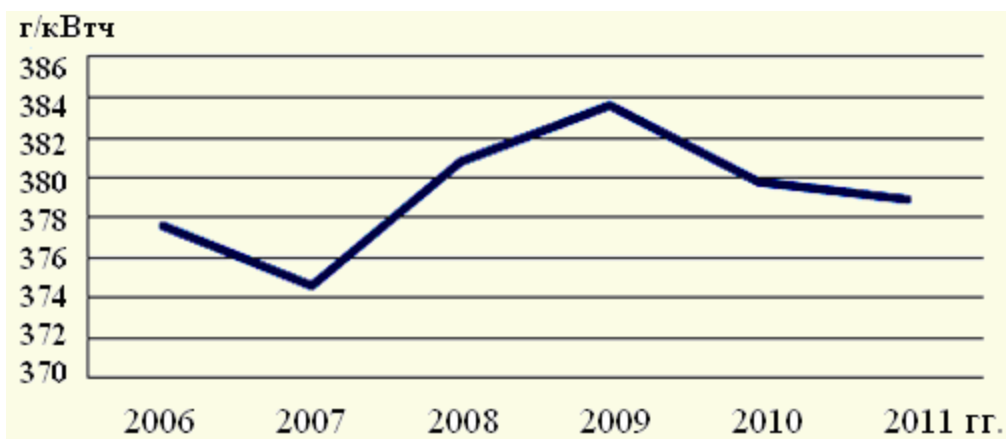


Рис. 1. Динамика изменения удельного расхода на выработку электроэнергии (в г/кВтч) 2006–2011 гг.

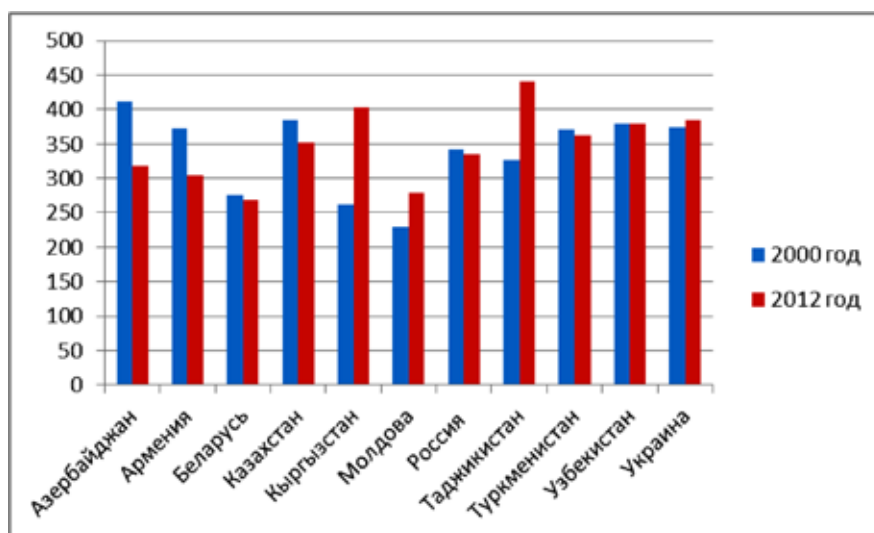


Рис. 2. Удельные расходы топлива на выработку электроэнергии в СНГ, г. т./кВт. ч

пределения. Достижение этой цели предусматривается за счет выполнения мер по повышению энергетических показателей действующего оборудования с высокой степенью износа путем его модернизации, качественных ремонтно-профилактических мероприятий, реконструкции части электростанций и электросетей с внедрением и использованием оборудования, установок и технологий, отвечающих современному уровню развития энергетического производства, передачи и распределения электрической энергии, совершенствования систем и приборов учета энергоресурсов, а также по управлению энергопотреблением.

Крупнейшими проектами в сфере генерации можно выделить проекты по:

- строительству двух парогазовых установок по 450 МВт на Талимарджанской ТЭС. Реализация проекта позволит увеличить ежегодную выработку на 6,088 млрд. кВт. ч, достичь экономии природного газа на 407,9 млн. м³, при сокращении выбросов парниковых газов на 1256599 т CO₂ эквивалента в год.

- строительству на Навоийской ТЭС второй парогазовой установки мощностью 450 МВт. Реализация проекта позволит увеличить ежегодную выработку на 3,2 млрд. кВт. ч, достичь экономии природного газа на 227,8 млн. м³, выработку тепловой энергии 2,8 тыс. Гкал., при сокращении выбросов парниковых газов на 684150 т CO₂ эквивалента в год.

- строительству на Тахиаташской ТЭС парогазовый установки мощностью 230–250 МВт. Реализация проекта позволит увеличить ежегодную выработку на 684 млн. кВт. ч, достичь экономии природного газа на 263 млн. м³, выработку тепловой энергии 136 тыс. Гкал., при сокращении выбросов парниковых газов на 2363 т CO₂ эквивалента в год.

- установке детандер-генераторов на Сырдарьинской и Талимарджанской ТЭС. Реализация проекта позволит увеличить ежегодную выработку на 153,5 млн. кВт. ч, достичь экономии природного газа на 29 млн. м³, при сокра-

щении выбросов парниковых газов на 63620 т. CO₂ эквивалента в год.

- полномасштабной модернизации Сырдарьинской ТЭС. Реализация проекта позволит увеличить ежегодную выработку на 209,5 млн. кВт. ч, достичь экономии природного газа на 73,5 млн. м³, при сокращении выбросов парниковых газов на 118030 т. CO₂ эквивалента в год.

Проведенный анализ существующего положения в области энергоэффективности, энергосбережения и внедрения возобновляемых источников энергии позволяет сделать несколько рекомендаций:

- Прежде всего, необходимо определить области, где существует большой потенциал для энергоэффективности и энергосбережения, т. е. определить сферы, где происходит наиболее неэффективное использование энергии. Надо определить области, где можно существенно увеличить энергоэффективность при внедрении новых технологий и оборудования, где отдача будет максимальной.

- Проведение комплексных энергетических обследований (энергоаудита), определяющих оптимальный энергетический баланс и схемы энергоснабжения исследуемого объекта, выполняющий оптимизацию затрат на энергетические ресурсы и уточняющий величину затрат на топливо и энергообеспечение.

- Внедрить систему экономических стимулов, побуждающих производителей и потребителей к значительному использованию энергоэффективных технологий, инвестированию в энергоэффективное оборудование.

- Учитывая актуальность скорейшего внедрения энергоэффективных технологий не только в Республике Узбекистан, но и практически во всех странах СНГ, практическим выглядит одним из направлений сотрудничества определить сотрудничество по обмену опытом, технологиями и проведения мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности и внедрению энергосберегающих технологий.

Таким образом, все проводимые реформы конечной целью имеют устойчивое, динамичное и сбалансированное развитие промышленности республики, углубления структурных преобразований и диверсификацию основных ее отраслей.

Литература:

1. Собрание законодательства РУз. — 2010: № 50 стр. 55–59. Постановление Президента РУз И.А. Каримова «О приоритетах развития промышленности РУз в 2011–2015 годах»
2. Национальный доклад по Республике Узбекистан составлен в рамках проекта Европейской экономической комиссии ООН «Повышение синергетического эффекта национальных программ стран-членов СНГ по энергоэффективности и энергосбережению для повышения их энергетической безопасности». Автор: Джамшид Абду-саламов ГАК»Узбекэнерго».2013.
3. Аллаева, Г.Ж., Махкамова М.А. Инновационная энергетика: возобновляемые источники энергии. Журнал «Проблемы энерго-и ресурсосбережения». Ташкент 2012, с. 111–121.

Реализация только данных мер по энергосбережению позволит обеспечить увеличения в среднем на 30% объемов выработки электроэнергии, при сохранении потребления топлива на существующем уровне за счет снижения энергоемкости производства.

К вопросу разделения зерна по длине на цилиндрическом решете с внутренним пластинчатым барабаном

Стрикунов Николай Иванович, кандидат технических наук, доцент;

Леканов Сергей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент;

Степанец Дмитрий Валерьевич, аспирант

Алтайский государственный аграрный университет

Очистка семян пшеницы от овсюга является важной задачей послеуборочной обработки зерна. Присутствие овсюга в продовольственном зерне снижает качество муки, а высев семян недостаточно очищенных от овсюга приводит к быстрому его размножению и снижению урожая пшеницы.

Характерным признаком зерен овсюга, отличающим их от зерен пшеницы, является длина. Исследованиями, проведенными Г.Д. Терсковым, была обоснована возможность разделения по длине на плоских решетках с круглыми отверстиями [1].

В предлагаемом цилиндрическом решете с круглыми отверстиями и внутренним пластинчатым барабаном [2] процесс прохождения коротких частиц (пшеницы) происходит также как и на плоских решетках с круглыми отверстиями, только значительно интенсивнее, так как силы инерции, обуславливающие западание частицы в отверстие, значительно больше силы веса, которая является основным фактором западания и просеивания частиц на плоских решетках.

Возможность поворота частиц вокруг кромки отверстия решета и их просеивание связано с величиной отношения диаметра отверстий к длине семян.

Цель работы — обосновать основные параметры процесса разделения зерна по длине на цилиндрическом решете с круглыми отверстиями.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

— дать теоретическое обоснование размеров отверстий цилиндрического решета;

— рассмотреть условия ориентации длинных частиц и возможность их прохождения через отверстия;

— разработать и изготовить лабораторную установку для подтверждения теоретических предпосылок.

Основная часть

В качестве зерновых решет применяются решета со средними отверстиями. Поэтому поворот семян около края отверстия будет почти всегда происходить при работе зерновых решет. Отсюда вытекает, что на решетках с круглыми отверстиями возможно полное разделение такой смеси, составные части которой существенно (в 2 раза и более) различаются по длине. Пример такой очистки есть разделение пшеницы и овсюга.

В разработанном цилиндрическом решете с внутренним пластинчатым барабаном вышележащий слой смеси кольцом прилегает к элементарному слою (за счет действия центробежных сил) и препятствует повороту длинных частиц относительно кромки отверстия решета. Это способствует интенсивному подходу семян к решету на место просеивавшихся, обеспечивает полную загрузку поверхности решета (см. рисунок 1) [3].

Из сказанного следует, что для выделения овсюга из пшеницы необходимо использовать решето с диаметром отверстий

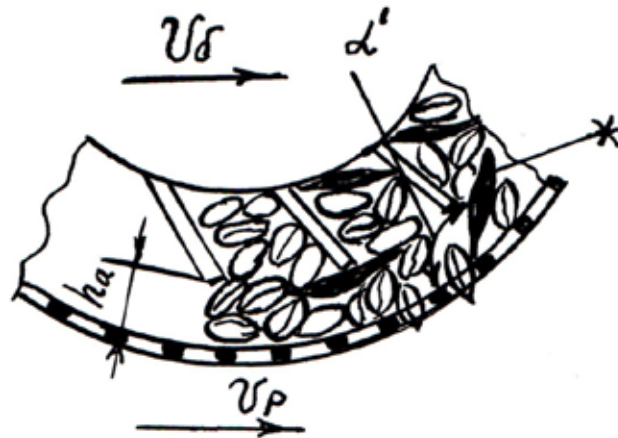


Рис. 1. Процесс прохода зерен пшеницы через отверстия решета

- h_a — толщина активного слоя;
- V_0 — линейная скорость пластинчатого барабана;
- V_p — линейная скорость цилиндрического решета.

$$0,5l \ll l$$

$$0,5l < d < 10,5l < d < l, \quad (1)$$

где l — длина частицы.

В этом случае просеивание будет сопровождаться поворотом зерен, что при благоприятной ориентации длинных частиц относительно решета (благоприятной ориентацией будет считаться такое направление длинной частицы, когда ее большая ось лежит по направлению скорости ее движения относительно решета) предотвратит просеивание их в отверстия.

Однако, проведенные исследования показали, что вероятность прохождения семян овсяга не исключается. Это происходит в результате «неправильной» ориентации отдельных зерен овсяга, то есть зерна в момент контакта с решетом расположены под определенным углом к поверхности решета, а не «плашмя».

Возможное неблагоприятное расположение зерновки овсяга на рисунке 1 отмечено звездочкой (*).

Очевидно, что угол α' может принимать значения $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$. Поэтому при дальнейшем движении эти зерна входят в отверстия острием и проходят через решето.

Для предотвращения этого необходимо исключить возможность такой ориентации в момент подхода к решету длинных примесей. Эту роль выполняют пластины барабана, которые обеспечивают послойное скольжение частиц относительно друг друга и их ориентацию.

Пластины барабана должны обеспечить благоприятную ориентацию в процессе подхода частиц к активному слою (см. рисунок 2).

Необходимо, чтобы в момент подхода частиц к активному слою h_a угол α' был в пределах $\alpha' < 90^\circ$, тогда при таком расположении и при дальнейшем движении частица разворачивается потоком активного слоя и в момент подхода к решету успевает благоприятно ориентироваться.



Рис. 2. Процесс разворота длинной частицы в активном слое

В противном случае, когда $\alpha' \gg 90^\circ$, частицы, соприкасаясь в своем движении с активным слоем будет им увлекаться и разворачиваться, но так как угол α' велик, то

при дальнейшем движении она не успеет полностью развернуться и занять благоприятную ориентацию (см. рисунок 3).

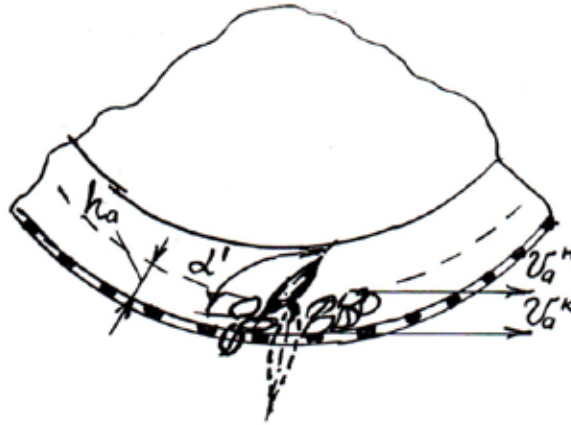


Рис. 3. Процесс разворота длинной частицы в активном слое при неблагоприятной ориентации

Вследствие чего она подходит к решетке с углом $\alpha' > 90^\circ$, что и обеспечивает ее проход через отверстие.

Из этого следует, что для предотвращения западаний длинных частиц в отверстия решета необходимо создать жесткие условия в процессе подхода их к активному слою. Этого можно добиться за счет уменьшения шага расстановки пластин барабана, что позволит управлять движением и ориентацией частиц в межпластинном пространстве и к моменту входа частиц в активный слой обеспечит $\alpha' \leq 90^\circ$.

Экспериментальная часть

Для подтверждения теоретических исследований движения длинных частиц в активном слое и определения минимального расстояния между соседними пластинами (шаг расстановки S) была изготовлена лабораторная установка (см. рисунок 4). Лабораторная установка позволяла наглядно показать рассмотренные условия ориентации длинных частиц.

Моделирование процесса просеивания и ориентации зерновых частиц с использованием плоского решета на данной установке в достаточной степени правомерно. Это упрощение не приводит к искажению физической сущности процесса, так радиус цилиндрического решета $R=0,3$ м, а рассматриваемый участок между пластинами незначителен.

При определении шага расстановки пластин учитывались геометрические размеры зерна и овсюга исходя из двух возможных случаев воздействия пластины на длинную частицу: когда кромка пластины непосредственно касается длинной частицы и когда поворот осуществляется относительно частицы, находящейся на пластине.

Поэтому рабочим размером S можно считать

$$S = \frac{l}{2} + 2a, \tag{2}$$

где l — длина продолговатой частицы;

a — ширина зерновки.

Итак, для разделения зерновой смеси по длине в центробежно-решетном сепараторе необходимо обеспечить разворот длинной частицы в момент подхода ее к поверхности решета.

Результаты исследований и их обсуждение

Аналитическими исследованиями показана возможность разделения зерновой смеси по длине на цилиндрических решетках с круглыми отверстиями, при ориентации длинных частиц в активном слое. Основным признаком, по которому возможно более полное выделение овсюга из зерна пшеницы является длина.

Опытами на лабораторной установке с максимальной достоверностью подтверждены теоретические предположения по эффективности очистки зерна от длинных примесей.

Анализ проведенных исследований позволил сделать следующие выводы:

1. Для интенсификации работы решет необходимо применение центробежных сил.
2. Центробежные силы способствуют повышению удельной производительности цилиндрических решет в сравнении с плоскими.
3. Экспериментальные исследования на лабораторной установке подтвердили основные положения по определению конструктивных параметров сепарирующего устройства.

Литература:

1. Терсков, Г.Д. Расчёт зерноуборочных машин [Текст]: учеб. пособие для ин-тов и факультетов механизации сел. хоз-ва / Г.Д. Терсков; под ред. К.Г. Колганова. — Изд. 2-е, перераб. — М. — Свердловск: Машгиз (Урал-ло-Сиб. отд-ние), 1961. — 215 с.
2. Тарасов, Б.Т. Исследование процесса сепарации зерна по длине вертикальными цилиндрическими решетками при ориентации зерен в активном слое [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук. — Барнаул, 1970. — 164 с.
3. Тарасов, Б.Т. Обоснование технологической схемы центробежно-решетного сепаратора [Текст] / Б.Т. Тарасов, Н.И. Стрикунов // Совершенствование технологических процессов и машин при уборке зерновых культур в Западной Сибири: сб. науч. тр. / Алт. с.-х. ин-т. — Барнаул, 1987. — с. 34–48.

Технологическое обеспечение производства семян

Стрикунов Николай Иванович, кандидат технических наук, доцент;

Леканов Сергей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент

Алтайский государственный аграрный университет

Ключевые слова: *семяочистительно-сушильный комплекс, семена, технологии, предварительная очистка, пневмосортировальный стол*

Создание необходимых для семеноводческих хозяйств семяочистительно-сушильных комплексов связано с определенными трудностями, обусловленными тем, что типовые зерноочистительные агрегаты не обеспечивают получение семян высших категорий качества.

Поэтому в семеноводческих хозяйствах необходимо строить, выполненные по индивидуальным проектам, семяочистительные линии и комплексы применительно к конкретным условиям хозяйства [1,2].

Как правило, эти условия определяются на стадии подготовки технического задания на разработку семкомплекса.

Основная цель строительства семяочистительно-сушильных комплексов — обеспечить высокие темпы уборочных работ, не допустить снижение качества выращенных семян путём своевременной и эффективной их послеуборочной обработки. Сохранение качества выращенных семян в сочетании с качественной их послеуборочной обработкой позволит существенно увеличить выход сортовых семян в процентах от общего сбора зерна.

Для планирования уборочных работ и определения потребной производительности поточных линий послеуборочной обработки семян важное значение имеет не только сроки начала уборки, но и допустимая её продолжительность.

Поэтому экономическая эффективность новых, хорошо продуманных семкомплексов будет тем выше, чем большее количество сортового семенного материала будет получено при данном валовом сборе зерна и семенных посевов.

Цель. Целью настоящей работы является обоснование основных требований функционирования семяочи-

тельно-сушильных комплексов для семеноводческих хозяйств.

Основная часть

Слабая материально-техническая база семкомплексов и несовершенство технологии обработки семян ставит получение выращенных семян в сильную зависимость от погодных условий и, в конечном итоге, приводит к снижению выхода семян и их качества.

Отсюда следует, что для семкомплексов должны предъявляться следующие требования:

1. Комплекс должен обеспечить приём непосредственно из автотранспорта с использованием завальных ям в проезном варианте всего потока поступающего на обработку зерна и полностью обрабатывать его в те же сутки.

2. Должен доводить обрабатываемое зерно до семенных кондиций за один пропуск.

3. Позволять обрабатывать одновременно семенное зерно разных сортов или репродукций.

4. Технологические звенья поточной линии должны обладать автономностью, обеспечивающей наибольшую надёжность работы линии.

5. Технологическая схема линии должна обладать гибкостью для осуществления различных вариантов технологического процесса обработки.

6. В технологии комплекса должны быть отделения окончательной очистки и сортирования семян с применением пневмосортировальных столов или пневмосепараторов.

7. Включать в технологии (можно как отдельное отделение) операцию протравливания семян.

Для удовлетворения первого из этих требований необходимо, чтобы производительность приёмного отделения комплекса была не менее максимального часового поступления зерна.

Принимаем условные параметры для расчёта.

Валовый сбор зерна пшеницы — 6000 т, среднесуточное поступление зерна пшеницы на комплекс — 400 т, среднечасовое поступление зерна (при 10 часовой работе комбайнов) — 40 т/ч, максимальное часовое поступление зерна (при общем коэффициенте суточной и часовой неравномерности 2) — 80 т/ч.

Следовательно, исходя из принятых параметров производительность машины предварительной очистки (или лучше двух машин) должна составлять не менее 80 т/ч.

Так как производительность отделений предварительной очистки, окончательной очистки и сортирования семян не одинаковы, то технологический резерв (избыток) зерна, накапливаемый в течение времени поступления зерна на комплекс, должен размещаться в компенсирующих ёмкостях (это могут быть бункера активного вентилирования и бункера других конструкций).

Определим величину этих ёмкостей.

Размер технологического резерва зерна может быть определен по формуле:

$$V_T = (t_d - t_k) Q_d = Q_{сут} - t_k Q_d \quad (1)$$

где $t_d, t_k, t_{д}, t_{к}$ — суточный фонд рабочего времени линии, комбайнов, час;

Q_d — производительность поточных линий комплекса, т/ч;

$Q_{сут}$ — среднесуточное поступление зерна на комплекс, т.

Так как $Q_{сут}=400$ т, $Q_d=20$ т/ч (если работают параллельно две линии окончательной очистки семян), то при $t_k=10$ ч, объём технологического резерва составит $V_T=200$ т. Для размещения такого количества зерна потребуется 5 бункеров БВ-40. В противном случае это количество зерна может оказаться на открытой площадке.

Краусп В. Р. [3] рекомендует определять оптимальную ёмкость бункеров активного вентилирования, исходя из минимума приведённых затрат на обработку 1 тонны зерна, по эмпирической формуле:

$$V_B = 3,5 \cdot 10^{-2} Q_{сес}, \text{ при } Q_{сес} \geq 1500 \text{ т.} \quad (2)$$

Так как принятое нами среднее за сезон поступление зерна (пшеницы) составляет $Q_{сес}=6000$ т, то оптимальная ёмкость бункеров активного вентилирования по этой формуле получается равной 210 т, то есть примерно столько же, сколько составляет технологический резерв зерна.

Эти расчёты справедливы, если бункера активного вентилирования не работают совместно с сушилками, например для досушивания и охлаждения зерна.

Производительность отделения основной очистки меньше, чем производительность предварительной очистки.

Рекомендуется отношение между поступлением зерновой массы, производительностью предварительной очистки и основной очисток [4]:

$$Q_3 : Q_{по} : Q_{оо} = 1 : 1,54 : 0,64 \quad (3)$$

где Q_3 — поступление зерновой массы, т/ч;

$Q_{по}$ — производительной предварительной очистки, т/ч;

$Q_{оо}$ — производительность основной очистки, т/ч.

Поэтому между отделениями предварительной очистки и основной необходима компенсирующая ёмкость. Эта ёмкость должна обеспечивать хранение зерна в течение суток без качественных его потерь. Примером этого может служить зерноочистительный агрегат ЗАВ-25 [5].

Выполнение других пунктов обозначенных требований определяется наличием современных зерно-семяочистительных машин и их разумной их компоновкой в технологической линии комплекса.

Выводы и предложения

1. Существующие семяочистительно-сушильные комплексы для семеноводческих хозяйств не удовлетворяют требованиям своевременной и качественной обработки поступающего зерна, низкой их производительности и несовершенства технологии обработки.

2. Наиболее узкими местами существующих технологий обработки семян является сушка (в некоторых поточных линиях они отсутствуют) и сортирование по парусности на пневмосепараторах. Включение нескольких пневмостолов в отделениях окончательной очистки позволит увеличить их пропускную способность и без дополнительных технологических приёмов гарантированно получать семена высших категорий качества.

3. Замена технологического процесса сортирования семян на пневмосепараторах по парусности сортированием по плотности на пневмосортировальных столах предварительно выравненных семян по размерам (на решетках) обеспечивает выделение из зерна наиболее полноценных в биологическом отношении семян.

4. Целесообразно в семкомплексах использовать серийные машины отечественного производства, как общего назначения, так и специальные.

5. Для повышения надежности технологического процесса и облегчения обслуживания комплексов, учитывая большую протяжённость поточных линий и удаленность технологических участков друг от друга, целесообразно на комплексе использовать средства автоматизации.

Литература:

1. Стрикунов, Н. И. Очистка зерна и семян. Машины и технологии: учебное пособие / Н. И. Стрикунов, В. И. Беляев, Б. Т. Тарасов. — Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. — 131 с.
2. Стрикунов, Н. И. Техническое состояние мехтоков и перспективы их совершенствования [Текст] / Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов // Агровестник Алтай. — 2009. — Вып. № 6 (60). — с. 16.
3. Краусп, В. Р. Автоматизация послеуборочной обработки зерна: производственно-практическое издание [Текст] / В. Р. Краусп. — М.: Машиностроение, 1975. — 277 с.
4. Азаров, В. М. Обоснование поточной технологии обработки продовольственного зерна на примере хозяйств лесостепной зоны Алтайского края [Текст]: автореф. дис....канд. техн. наук 05.20.01. — Омск, 1974. — 23 с.
5. Стрикунов, Н. И. Перспективный семяочистительно-сушильный комплекс на базе зерноочистительного агрегата ЗАВ-25 [Текст] / Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов // Агровестник Алтай. — 2009. — Вып. № 7 (61). — с. 18.

Молодой ученый

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 11 (115) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Абдрасилов Т. К.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Калдыбай К. К.
Кенесов А. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матвиенко Е. В.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Паридинова Б. Ж.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.

Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Ахмеденов К. М. (Казахстан)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.

Ответственные редакторы: Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В., Майер О. В.

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:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 26.06.2016. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25