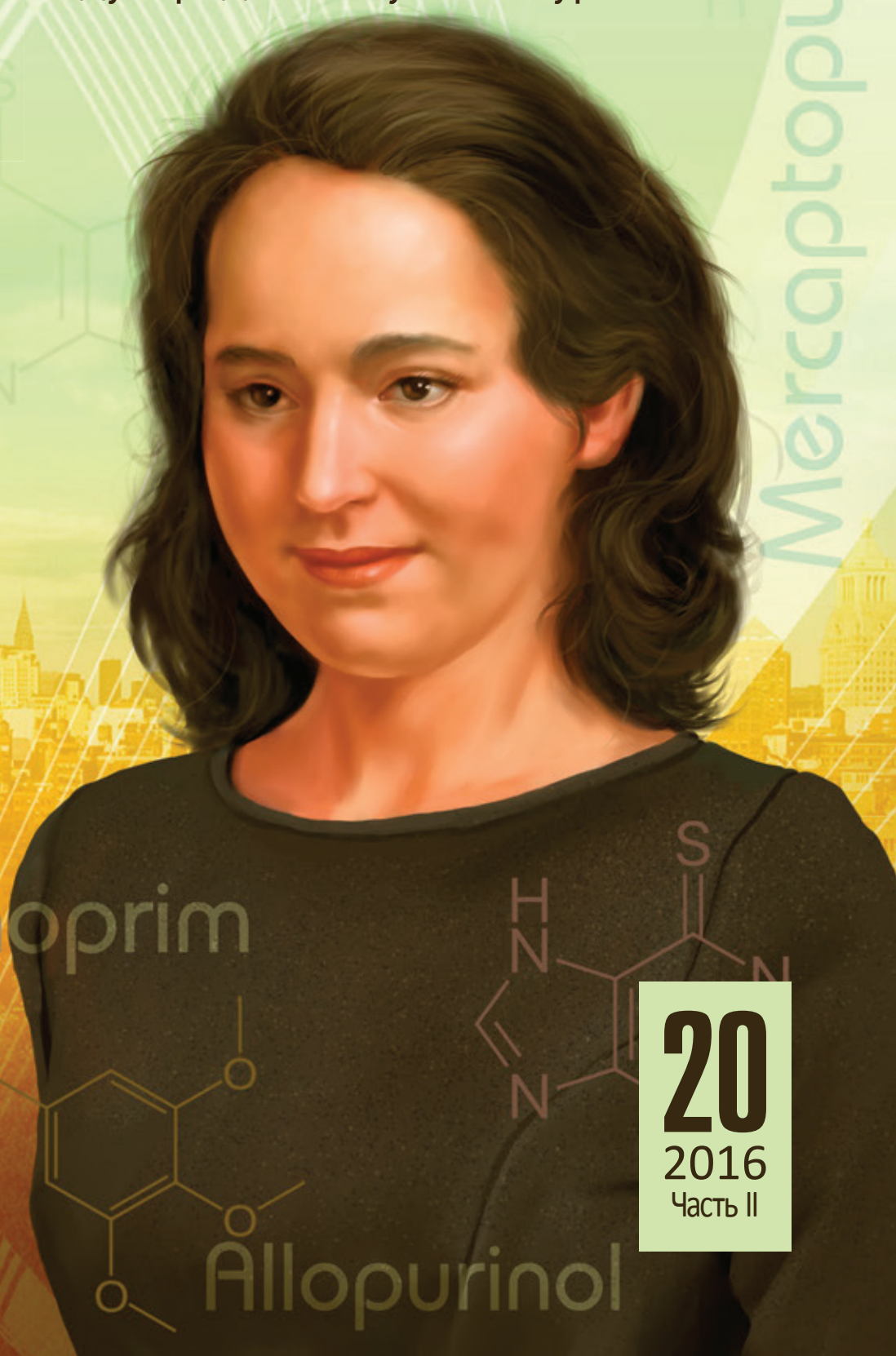


ISSN 2072-0297



МОЛОДОЙ[®] УЧЁНЫЙ

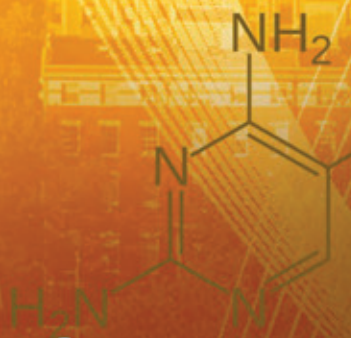
международный научный журнал



Aciclovir

Mercaptopurine

Trimethoprim



Allopurinol

20
2016
Часть II

16+

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 20 (124) / 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 Хусниддин 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

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам

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 изображена Гертруда Белл Элайон (1918–1999) — американский биохимик и фармаколог. Лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине 1988 г.

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)

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)

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: 15.11.2016. 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

- Александров А. А., Резниченко Н. Е.**
Виды передачи данных в промышленных сетях 117
- Андрянов Н. А., Дементьев В. Е.**
Описание нестационарных случайных процессов с помощью модели с переменными параметрами 120
- Бафаев Д. Х.**
Эффективный способ упрочнения обработки поверхностного слоя деталей машин 121
- Беленький А. Н., Карасев Д. В., Тихонова Н. А.**
Развитие современной ракетно-космической отрасли: роль научно-технических инноваций 124
- Бронов С. А., Мартынов А. В.**
Анализ системы автоматического управления образовательным модулем на примере модуля «векторная алгебра» 127
- Вальбе М. Б., Якубовский К. Я., Медведев И. Б.**
Экспериментальные исследования функционирования системы автоматического управления с электроприводным насосом-дозатором 131
- Галка Г. А., Копылова О. А., Прохорова А. И.**
Расчет основных эксплуатационных параметров холодильной установки авторефрижератора 134
- Гафаров А. А., Смородин Г. С., Копейкин Д. А.**
Эффективность съёма энергии солнца в системе солнечный коллектор — солнечная панель ... 139
- Джаббаров Ш. Ю., Маткурбонов Д. М., Рахмонов Б. И.**
Методы оценки информационной безопасности сетей телекоммуникаций..... 141
- Дручинин Д. Ю., Драпалюк М. В., Миляев А. С.**
Подрезка корней как способ формирования компактной корневой системы при выращивании крупномерного посадочного материала 144
- Емельянова Д. К., Максимова А. М.**
Разработка программы калькулятор в программном пакете QT 147
- Жураева Г. Х., Нурмухамедова Т. У.**
Волоконно-оптические системы передачи и интернет вещей..... 148
- Juraeva G. H.**
Innovative teaching methods in the teaching of radio engineering disciplines..... 151
- Киселёв Б. Ю., Киселёв Г. Ю., Боева Л. В.**
Обзор основных типов ветрогенераторов и перспективы развития ветроэнергетики в России 153
- Киселёв Б. Ю.**
Сравнительный анализ стандартов качества электрической энергии ГОСТ 13109–97 и ГОСТ 32144–2013 155
- Когай Г. Д., Кисина М. К.**
Показатели и модели реализации качества обслуживания 157
- Копейкин Д. А., Смородин Г. С., Гафаров А. А.**
Программно-аппаратный комплекс для измерения угловой скорости асинхронного электропривода 160
- Кубрак К. Г., Шалашова А. Ю.**
Методология сравнения потоковых шифров.... 163
- Lemeshko M. A., Romanov P. V., Dmitrienko N. A.**
Using seebeck effect to increase the intensity of cooling condenser of a small refrigerating machine 167
- Лыков Е. В., Романов В. В., Прохорова А. И., Копылова О. А.**
Экспериментальное исследование звукового давления при кризисе кипения бинарных смесей жидкостей..... 171
- Манежнов В. Г., Смородин Г. С., Копейкин Д. А.**
Методы повышения тепловой и экологической эффективности энергоустановок с газовыми турбинами..... 174
- Муминов М. М., Бойхонов З. У., Юлдашев Ф. Н., Хашимов А. А.**
Частотно-регулируемый асинхронный электропривод буровой лебедки 176
- Низов В. А., Назаров З. С.**
Анализ перспектив развития производства исходных солей для электролиза алюминия в Таджикистане 179

Николенко В. Ю., Рыбкин Д. В. Разработка газотурбинного двигателя в плоскости системной инженерии 181	Тошин Д. С., Мисько Е. А., Фирсова Т. Г. Планирование экспериментального исследования по оценке прочностных и деформативных параметров ПВХ мембраны 210
Романов В. В., Прохорова А. И., Копылова О. А. Экспериментальное исследование теплообмена при испарении капли воды с теплонпряженной поверхности 185	Узакова Л. П., Абдурахманова Ф. А., Мухаммедова М. О. Выбор материала и технологии изготовления комфортной медицинской профилактической обуви 213
Sabirova U. S. The DC voltage parametric stabilizers on three structured injection-voltaic transistors..... 188	Узакова Л. П., Абдурахманова Ф. А., Мухаммедова М. О. Методика разработки проектирования колодки для детей с патологическими отклонениями стоп 216
Санжаровская Н. С. Технологическая оценка и фракционный состав пектиновых веществ дикорастущего сырья 190	Харьковская Н. П. Оценка эксплуатационной надежности шарошечных станков и долот с восстановлением 218
Середа С. Г., Данилов А. А. Паттерны семантической сети для фиксации конструктивных шагов в интернет- коммуникации 193	Шодырова Б. Х., Авилова Е. К. Применение мультимедийных средств в процессе обучения 223
Смирнов А. С. Методика расчета дисковых ножей для производства просечно-вытяжной сетки 195	Shoyusupova N. N. Studying amplitude-frequency characteristics of complementary emitter follower three structural injection-voltaic transistor 227
Сморodin Г. С. Анализ использования биотоплива при производстве электрической энергии 199	Шустров Ф. А., Татарников А. П., Некрасов А. С. Анализ конструктивных решений по созданию транспортной энергоустановки на базе свободнопоршневого двигателя внутреннего сгорания 231
Сморodin Г. С. Перспективные виды биотоплива, используемые для производства электрической энергии 202	Юлдашев Ф. Н., Муминов М. М., Бойхонов З. У., Имамназаров А. Т. Разработка частотно-регулируемого асинхронного электропривода для бурового насоса 236
Сухаревская Е. В., Михальченко С. В., Шамин И. М., Никишова А. В. Методы защиты доступа в ERP-системах: идентификация и аутентификация 205	
Толстый О. В., Тихонова О. Б., Русяков Д. В. Оценка термодинамической эффективности цикла теплового насоса 207	

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Виды передачи данных в промышленных сетях

Александров Андрей Андреевич, студент;

Резниченко Никита Евгеньевич, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

В настоящее время связь стала основным звеном производственного процесса. Она находит применение в управлении технологическими процессами, электронно-вычислительными машинами, системами автоматического контроля промышленных предприятий и т.д. И ключевым моментом в реализации связи является использование определенной среды передачи данных.

Средой передачи данных называются линии или каналы связи, по которым осуществляется обмен данными между различными устройствами. В качестве физической среды передачи данных используется витая пара, коаксиальный кабель или оптическое волокно. Возможно использование радиоканала и инфракрасного канала, относящихся к беспроводной связи.

Линии связи могут формироваться по средствам кабелей. Кабелем называется конструкция изолированных друг от друга проводников или оптических волокон, помещенных в оболочку. Также кабели могут содержать в себе конструктивные элементы: экран, сердечник, проволочную или стальную броню, металлическую или внешнюю оболочку, наполнитель. Каждый из этих элементов влияет на работоспособность в определенных условиях среды.

Основные требования, предъявляемые к линиям связи:

- Защищенность цепей от внешних помех, различных влияний и физических воздействий;
- Надежность, устойчивость и стабильность линии;
- Реализация связи на требуемые расстояния;
- Широкополосность и применимость для передачи различных видов данных;

Передаваемые линиями связи сигналы могут быть разделены на два вида: аналоговые и цифровые. Аналоговый канал связи считается наиболее распространенным и простым в реализации. При передаче информации по аналоговым линиям связи применяется модуляция сигнала (амплитудная, частотная, фазовая), при которой информация кодируется изменением амплитуды, частоты или фазы синусоидального сигнала несущей частоты. В цифровых линиях связи применяется дискретный сигнал, который

предварительно проходит аналого-цифровое преобразование.

При построении промышленной сети могут использоваться три типа кабельной линии передачи: витая пара, коаксиальный кабель и оптическое волокно.

Витая пара изготавливается из двух одинаковых изолированных проводников, которые скручены вместе по всей длине и имеют определенное количество витков на метр (обычно сорок). Провода скручиваются для того, чтобы уменьшить влияние электромагнитной и электростатической индукции. Вокруг проводов часто имеется экран (а иногда и два), который помогает уменьшить электростатические (емкостные) наводки. В качестве общей механической защиты поверх всего кабеля имеется оболочка из поливинилхлорида [1, с. 97].

Сечение проводника сказывается на потере напряжения, поэтому на длинных расстояниях рекомендуется использовать более толстый проводник. Витая пара, изображенная на рисунке 1, является одним из компонентов современных структурированных кабельных систем, использующихся во многих технологиях в качестве физической среды передачи данных.

Отличительными качествами данной среды передачи данных является дешевая стоимость и простота соединений, что делает витую пару самым распространенным решением для реализации связи.

Для защиты передаваемого сигнала и самой конструкции кабеля используются различные элементы, которые разделяются в зависимости от их назначения на три вида: экранирование, химическая и механическая защита.

Экранирование подразумевает под собой защиту сигнала, передаваемого по кабелю от внутренних и внешних электромагнитных наводок. Использование экранирования уменьшает излучение электромагнитных колебаний, которые могут быть вредны для пользователя сетей. Также, экран может быть заземлен с использованием неизолированного дренажного провода, хотя такой дополнительный способ защиты удорожает и усложняет прокладку кабеля.

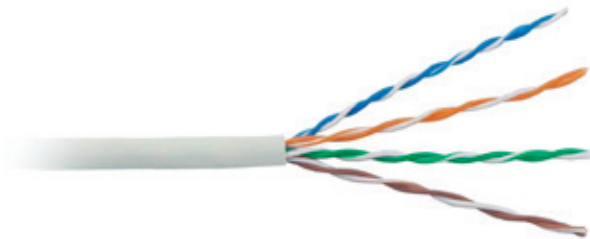


Рис. 1. Витая пара

Для обозначения конструкции экранированного кабеля принято использовать сочетание их трех букв: U — неэкранированный кабель, S — металлическая оплетка,

F — металлизированная лента. Сочетание этих букв формирует аббревиатуры, показанные в таблице 1, обозначающие тип общего экрана и тип для отдельных пар.

Таблица 1. Типы конструкций экрана

Типы конструкций экрана	Назначение
Неэкранированный кабель (U/UTP)	Отсутствует защитный экран вокруг отдельной пары
Индивидуальный экран (U/FTP)	Присутствует экранирование фольгой каждой отдельных пар, защищающее от помех, образующихся между витыми парами
Общий экран (S/UTP, F/UTP, SF/UTP)	Присутствует экранирование фольгой одного общего экрана, защищающее от внешних электромагнитных помех.
Индивидуальный и общий экран (S/FTP, F/FTP, SF/FTP)	Присутствует фольгированная экранированная витая пара, внешний экран которой имеет медную оплетку, тем самым защищая от помех, образующихся между витыми парами

Для механической защиты провода используются особо прочные конструкции в виде оплетки и оболочки из медной проволоки. При прокладке кабеля на открытом воздухе применяется оболочка из черного полиэтилена, которая защищает кабель от солнечного света.

Каждая отдельно взятая витая пара, входящая в состав кабеля, выполняющего функцию передачи данных, должна иметь волновое сопротивление $120 \text{ Ом} \pm 20 \text{ Ом}$.

Если данное волновое сопротивление не будет поддерживаться, то форма электрического сигнала будет искажена, и передача данных станет невозможной.

Коаксиальный кабель, изображенных на рисунке 2, используется почти без исключений для всех антенных подключений от высокочастотного диапазона (HF), до диапазона СВЧ (SHF) порядка 2 ГГц, где уже начинается использование волноводов.



Рис. 2. Коаксиальный кабель

Импеданс кабеля зависит от отношения диаметров окружающего экрана и внутреннего проводника. Хотя волновое сопротивление телевизионного кабеля составляет 75 Ом, большинство коммуникационных кабелей имеет волновое сопротивление 50 Ом, поэтому при выборе кабеля нужно проявить аккуратность.

Размер коаксиального кабеля определяется двумя факторами — передаваемой мощностью и используемой частотой.

Если передатчик имеет выходную мощность порядка 500 Вт, то максимальное напряжение на 50-омном ка-

беле может быть 223 В, а ток — 3,3 А. Если диэлектрическая изоляция окажется недостаточной, то кабель будет пробит, а если внутренний проводник будет мал, то в кабеле будут слишком большие резистивные потери.

Высокочастотная энергия имеет тенденцию распространяться по поверхности проводника, а не по его центру, поэтому внутренний проводник небольшого диаметра очевидно, будет иметь небольшую площадь поверхности и, следовательно, большое сопротивление. Отсюда следует, что по мере увеличения частоты должен увеличиваться и диаметр внутреннего проводника, но волновое

сопротивление кабеля частично определяется емкостью между внутренним проводником и экраном. Следовательно, чтобы сохранить необходимое волновое сопротивление, важно поддерживать определенное соотношение диаметра внутреннего проводника и расстояния между проводниками, т.е. диэлектрика, и именно они являются критическими элементами конструкции.

Для нетолстых коаксиальных кабелей с диаметром до 10 мм в качестве внешнего проводника используют медный плетеный экран, поскольку он эффективен и недорог в производстве. Более крупные коаксиальные кабели имеют диаметр до 200 мм. Поскольку кабели при прокладке приходится изгибать, а любой изгиб может сильно повлиять на свойства кабеля, были разработаны новые типы экранирующих проводников.

Первым внешним проводником была алюминиевая трубка, но с ней оказалось очень неудобно работать, в результате чего она была заменена медной трубкой в виде гофра. Этот гофр обеспечивал постоянство диаметра в любой точке длины кабеля. Таким образом, среднее рас-

стояние между внутренним проводником и внешним было постоянным, поэтому волновое сопротивление оставалось постоянным, даже если кабель слегка изгибался под небольшим радиусом, причем без каких-либо механических повреждений [2, с. 148].

Производители кабелей опубликовывают точные данные, касающиеся характеристик выпускаемых ими кабелей. Может показаться, что выбор кабеля практически определяется выбором самого дешевого кабеля, который сможет передать необходимую мощность. Однако в большинстве случаев при выборе канала связи это условие является наименее важным, а главным фактором будет ослабление кабеля.

Оптоволоконный кабель, показанный на рисунке 3, обычно используется для передачи цифровых сигналов. Возможности оптоволоконных кабелей удовлетворяют любым возникающим требованиям при организации передачи данных, обеспечивая скорости передачи в гигабитах в секунду (Гбит/с). В настоящее время уже существует ряд систем, работающих со скоростями около 10 Гбит/с.



Рис. 3. Оптоволоконный кабель

Оптоволоконные кабели обычно дешевле коаксиальных кабелей, особенно если сравнивать информационную емкость на единицу стоимости. Однако передающее и приемное оборудование, а также сложность способов концевой согласования и соединения этих кабелей делает оптоволоконные кабели самой дорогой средой для передачи информации. По сравнению с 1980-ми годами стоимость кабелей уменьшилась вдвое и ее можно не учитывать при экономических расчетах.

Оптоволоконные кабели обладают следующими достоинствами:

— огромная полоса пропускания (возможность передавать большое количество информации);

- небольшое ослабление сигнала (лучшие характеристики, относящиеся к скорости и расстоянию);
- безопасность сигнала;
- небольшая частота появления ошибок;
- невосприимчивость к помехам (электромагнитным и высокочастотным);
- конструктивные удобства (легкий вес, небольшие размеры);
- полная гальваническая развязка между концами (отсутствие проводящих путей);
- надежное использование в опасных местах;
- отсутствие перекрестных помех.

Литература:

1. Информационно-вычислительные сети: учебное пособие / Д.А. Капустин, В.Е. Дементьев. — Ульяновск: УлГТУ, 2011. — 141 с.
2. Н.А. Руденков, Л.И. Долинер. Основы сетевых технологий [Текст] / Н.А. Руденков, Л.И. Долинер. — Е.: 2011. — 342.

Описание нестационарных случайных процессов с помощью модели с переменными параметрами

Андриянов Никита Андреевич, аспирант;
Дементьев Виталий Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент;
Ульяновский государственный технический университет

В настоящей статье представлен алгоритм моделирования неоднородных случайных процессов, основанный на применении моделей с изменяющимися параметрами. При этом внимание уделяется моделям на основе базового набора возможных значений корреляционных параметров.

Ключевые слова: дважды стохастические модели, случайные процессы, авторегрессия

Часто реальные сигналы, будь то модулированная речь человека или результат аэросъемки земной поверхности, представляют собой сложные нестационарные во времени случайные процессы и поля (СП). Известные модели сигналов [1] не способны эффективно описывать присущие реальным данным свойства неоднородности (пространство) и нестационарности (время).

Чтобы решить указанную проблему, для адекватной передачи в модель отмеченных свойств предложено использовать смешанные модели [3–5, 7]. Чаще всего речь в этом случае идет о дважды стохастических моделях СП [2, 6, 8]. Это вызвано рядом причин. Во-первых, дважды стохастические модели достаточно просты с точки зрения математического описания. Во-вторых, данные модели относительно просто реализуются с помощью

ЭВМ. В-третьих, такие модели могут описывать нестационарный во времени сигнал и могут быть использованы при решении широкого спектра задач цифровой обработки сигналов.

Очевидно, что незначительное увеличение вычислительных затрат при переходе к дважды стохастическим моделям не становится глобальным препятствием ввиду достаточно быстродействующей современной вычислительной техники. Кроме того, такие модели могут покрыть ряд задач описания сигналов, для которых могут удовлетворительно применяться авторегрессионные СП.

Однако большинство из предлагаемых дважды стохастических моделей требует случайной реализации корреляционных параметров. Создания устойчивых ста-

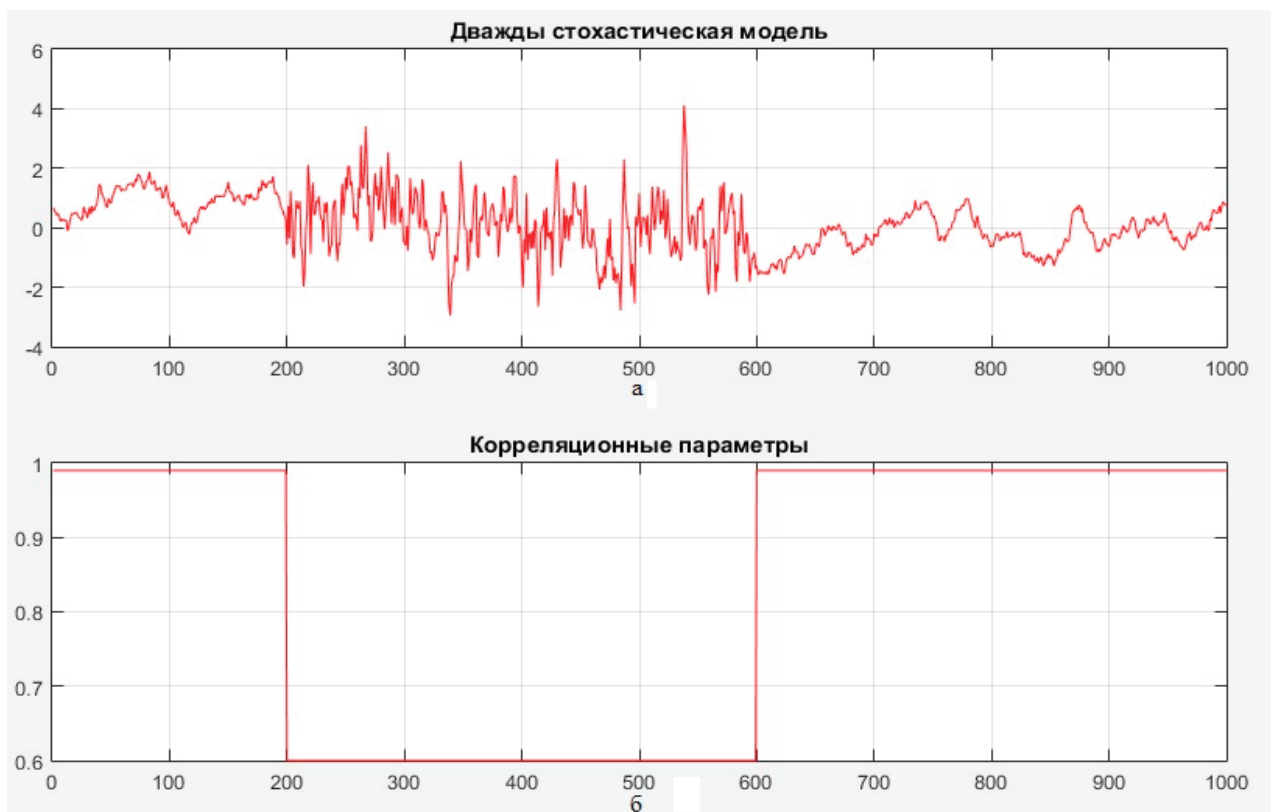


Рис. 1. Реализация дважды стохастической модели (а) и ее корреляционных параметров (б)

статистических связей в этом случае можно добиться на основе применения моделей с кратными корнями характеристических уравнений [9]. Альтернативным вариантом является задание базовых возможных значений корреляционных параметров и определение интервалов их действия.

Пусть имеется дважды стохастическая модель вида

$$x_i = (m_p + \rho_{i-1})x_{i-1} + \xi_i, \quad (1)$$

где $\{\xi_i\}$ — независимые гауссовы случайные величины

с $m_\xi = 0$, $\sigma_{\xi_i} = \sigma_x \sqrt{1 - (m_p + \rho_{i-1})^2}$; m_p — постоянная величина, характеризующая среднее значение коэффициента корреляции.

Тогда запишем выражение, определяющее корреляционные параметры в каждой точке

$$\rho_i = \begin{cases} \rho_1, i \in I_1 \\ \rho_2, \text{иначе} \end{cases}, \quad (2)$$

Модель (1) с учетом (2) позволяет формировать на одном сигнале области, которые значительно отличаются друг от друга по своим статистическим свойствам. При этом в (2) область I_1 необязательно должна быть непрерывной.

На графиках рис. 1 представлены: реализация дважды стохастической модели (1) с коэффициентами корреляции (2).

Таким образом, предложенный метод имитации неоднородных сигналов. Обобщение алгоритма на многомерный случай позволит в перспективе получать на изображениях, достаточно разнящиеся друг от друга объекты.

Литература:

1. Васильев, К. К., Крашенинников В. Р. Статистический анализ изображений. — Ульяновск: УЛГТУ, 2015. — 214 с.
2. Vasil'ev, K. K., Dement'ev V. E., Andriyanov N. A. Doubly stochastic models of images // Pattern Recognition and Image Analysis (Advances in Mathematical Theory and Applications). 2015. Т. 25. № 1. с. 105–110.
3. Vasil'ev, K. K., Dement'ev V. E., Andriyanov N. A. Application of Mixed Models for Solving the Problem on Restoring and Estimating Image Parameters // Pattern Recognition and Image Analysis (Advances in Mathematical Theory and Applications). 2016. Т. 26. № 1. с. 240–247.
4. Андриянов, Н. А., Дементьев В. Е. Смешанные модели изображений на многомерных сетках // Актуальные вопросы технических наук в современных условиях. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2016. с. 9–12.
5. Андриянов, Н. А., Дементьев В. Е. Восстановление сигнала с использованием смешанной АР-модели // Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем. 2014. № 1. с. 64–66.
6. Андриянов, Н. А., Дементьев В. Е. Формирование временных последовательностей дважды стохастических моделей изображений // Сборник научных трудов по итогам 9-й Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем». 2015. с. 89–93.
7. Андриянов, Н. А. Программа имитации обычных и смешанных случайных полей // Современные тенденции в науке, технике, образовании. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 3-х частях. 2016. Ч. 1, с. 38–40.
8. Васильев, К. К., Дементьев В. Е., Андриянов Н. А. Цифровая обработка дважды стохастических моделей случайных полей // Молодой ученый. — 2016. — № 10. — с. 137–138.
9. Васильев, К. К. Авторегрессии с кратными корнями характеристических уравнений // Радиотехника. 2014. № 11. с. 74–78.

Эффективный способ упрочнения обработки поверхностного слоя деталей машин

Бафаев Дуstmурод Холмуродович, старший преподаватель
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В данной статье приведены материалы по способу упрочнения обработки поверхностного слоя деталей машин.

Ключевые слова: надежность машин, эксплуатационные свойства, пластические деформирования, ультразвуковая обработка

Надежность работы технологических машин непосредственно связана с качеством поверхностного слоя деталей, которое характеризуется геометрическими

и физико-механическими параметрами. При эксплуатации детали машин контактируют друг с другом или с окружающей средой. От качества поверхностного слоя

зависят эксплуатационные свойства — сопротивление усталости, изностойкость, коррозионная стойкость, сопротивление контактной усталости и др. В связи с интенсификацией эксплуатационных процессов, увеличением скоростей перемещения рабочих органов, повышением температур и давлений роль качества поверхностного слоя значительно возрастает. Связь характеристик качества поверхностного слоя с эксплуатационными свойствами деталей свидетельствует о том, что оптимальная поверхность должна быть достаточно твердой, должна иметь сжимающие остаточные напряжения, мелкодисперсную структуру, сглаженную форму микронеровностей с большой площадью опорной поверхности.

С помощью широко применяемых методов окончательной обработки создается необходимая форма деталей с заданной точностью, но часто не обеспечивается оптимальное качество поверхностного слоя. Оно достигается поверхностным пластическим деформированием, при котором стружка не образуется, а происходит тонкое пластическое деформирование поверхностного слоя. В результате упрочняется поверхностный слой, повышается изностойкость, стойкость к коррозионным воздействиям и т.д. Во многих случаях применением поверхностного пластического деформирования удается повысить запасы прочности деталей, работающих при переменных нагрузках, в 1,5–3 раза и увеличить срок службы деталей в десятки раз [1].

Поверхностные пластические деформирования подразделяют на статические и ударные. При статических методах обработки инструмент, рабочие тела или среда воздействует на обрабатываемую поверхность с определенной постоянной силой P , происходит плавное перемещение очагов воздействия, которые последовательно проходят всю поверхность, подлежащую обработке. При этом инерционные силы не оказывают существенного влияния на поверхностного пластического деформирования.

При ударных методах инструмент, рабочие тела или среда многократно воздействует на всю обрабатываемую поверхность или на ее часть, при этом сила воздействия P в каждом цикле изменяется от нуля или от некоторого значения P_1 до максимума, а в случае локального ударного воздействия очаг деформирования может последовательно и равномерно проходить всю обрабатываемую поверхность.

Ультразвуковая обработка является одним из передовых методов поверхностного пластического деформирования. Если при обработке статическими методами поверхностного пластического деформирования (обкатывание шаром или роликом, алмазное выглаживание и т.д.) инструменту сообщают дополнительно ультразвуковые колебания с частотой 18–24 кГц и амплитудой 15–30 мкм, то они становятся ударными методами (ультразвуковое обкатывание, ультразвуковое выглаживание и т.д.) (рис. 1).

Используют также ультразвуковую обработку, когда загружаемым рабочим телам, помещенным в замкнутом объеме вместе с обрабатываемой деталью, сообщают

ультразвуковые колебания, под воздействием которых происходит упрочнение обрабатываемой поверхности.

По сравнению, например, с обкатыванием шаром ультразвуковая обработка отличается следующими особенностями и преимуществами:

- инструмент пластически деформирует поверхностный слой детали импульсно, с большой интенсивностью колебаний, в результате чего деформирование сопровождается прерывистым и интенсивным трением;

- кратность приложения силы при деформировании инструментом поверхности — 400 раз и более (при обкатывании шаром 12–20 раз);

- статическая сила, действующая на деталь, незначительна;

- скорость деформирования — переменная, ее максимальное значение 200 м/мин и более, что превышает скорость деформирования при обкатывании шаром в десятки и сотни раз;

- среднее давление, создаваемое в поверхностном слое детали под действием нормально направленной силы, в 3–9 раз больше, чем при обкатывании шаром;

- энергия, расходуемая на искажения кристаллической решетки и идущая на внутренние микроструктурные преобразования, при ультразвуковой обработке значительно выше, чем при обкатывании шаром;

- температура места контакта инструмента с деталью в зоне деформирования 100–150 °С, что в 3–5 раз меньше, чем при обкатывании шаром. Время нагрева ультразвуковой обработки очень мало (3×10^{-5} с) и поэтому не наблюдается снижения упрочнения, вызываемого действием высокой температуры;

- в процессе ультразвуковой обработки вследствие относительно больших напряжений и многократного приложения нагрузки напряженно-деформированное состояние специфично. Множественное скольжение дополнительно тормозит дислокации. Плотность дислокаций и дисперсность блоков намного больше, чем при обкатывании шаром. В результате степень наклепа повышается в 1,2–1,5 раза и и соответственно увеличивается уровень остаточных сжимающих напряжения по сравнению с уровнем этих напряжений при обкатывании шаром [2].

Применение ультразвуковой обработки по сравнению с обкатыванием шаром может быть эффективно в следующих случаях:

- для деталей из термически и химико-термически обработанных сталей (У10А, У12, Х12, Х40, аустенитной 12Х18Н9Т и др.), так как применение других методов не позволяет получить значительный упрочняющий эффект;

- для деталей и инструментов из твердых сплавов вследствие того, что составляющие фазы таких сплавов пластически деформируются; при этом улучшаются основные характеристики качества поверхностного слоя и значительно увеличивается стойкость резцов;

- для деталей малой и неравномерной жесткости, так как ультразвуковая обработка характеризуется небольшими статической силой и временем деформирования.

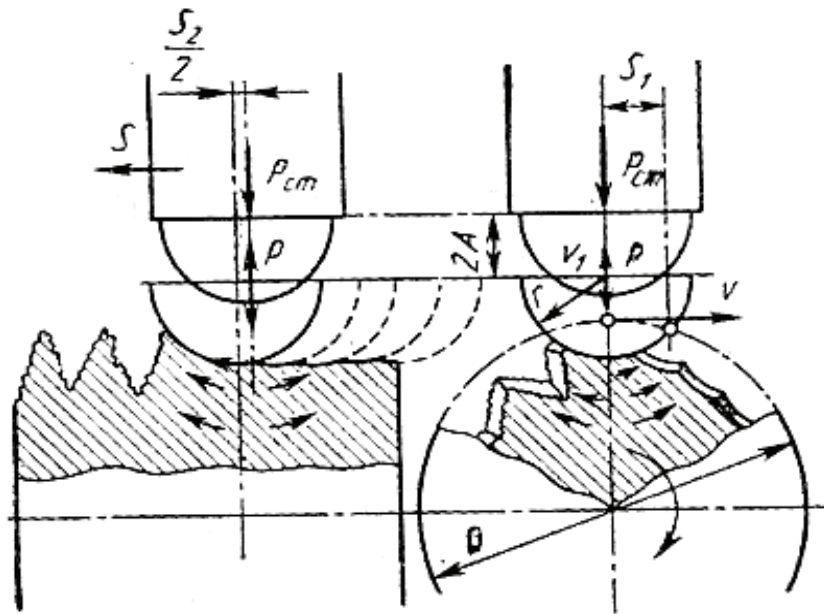


Рис. 1. Схема ультразвукового упрочнения: P — ударная сила; $P_{ст}$ — статическая сила; A — амплитуда смещения рабочей части инструмента; r — радиус сферы рабочей части инструмента; S — продольная подача; S_1 — относительная подача за один период колебаний инструмента; S_2 — продольная подача за один период колебаний; ϑ — окружная скорость заготовки; ϑ_1 — колебательная скорость рабочей части инструмента; D — диаметр обрабатываемой детали

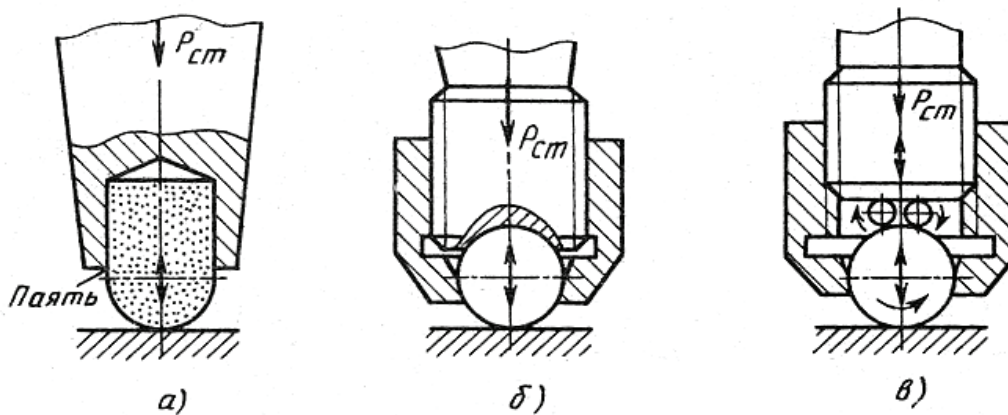


Рис. 2. Схема крепления инструмента: а, б — жесткое; в-с обеспечением качения

В качестве инструмента при ультразвуковой обработке можно использовать стальные закаленные шары, которые устанавливают неподвижно или так, что они могут вращаться (рис.2), а также гладилки из сверхтвердых мате-

риалов или алмазные выглаживатели. Инструмент устанавливают в концентратор, от которого ему передаются ультразвуковые колебания.

Литература:

1. Повышение качества и надежности машин. Опыт уральских заводов/ С.Д. Волков и др.М. Машиностроение, 1974, 133с.
2. Повышение прочности и долговечности деталей машин поверхностным пластическим деформированием/Под. ред. И. В. Кудрявцева//ЦНИИТМАШ.Кн. № 90, 1970, 152 с.

Развитие современной ракетно-космической отрасли: роль научно-технических инноваций

Беленький Александр Николаевич, магистр;
Карасев Дмитрий Викторович, магистр;
Тихонова Наталья Алексеевна, магистр
Российский университет дружбы народов

Резкое обострение конкурентной борьбы на уровне ведущих стран мирового сообщества обуславливают необходимость инновационного развития важнейших для экономики государства отраслей народного хозяйства, в том числе и ракетно-космической отрасли (РКО). Инновационное развитие РКО может быть связано с обновлением основных фондов действующих предприятий, стимулированием научно-технической сферы и повышением качества рабочей силы. Для внедрения инноваций необходимо формирование эффективного научного и технического пространства, что позволит более активно развивать космическую связь, телекоммуникации, дистанционное исследование природных ресурсов, навигацию, экологический мониторинг и прогнозирование погоды.

Ключевые слова: модернизация, инновации, инновационное развитие, инновационные процессы, космическая деятельность, ракетно-космическая отрасль, стратегия развития

The development of modern rocket and space industry: the role of scientific and technological innovation

A sharp aggravation of competition on the level of leading countries of the world community determine the need for innovative development the most important for the economy of the state branches of the national economy, including the rocket and space industry (RKO). Innovative development of Russian society of cardiology can be connected with updating of fixed assets of existing enterprises, stimulation of scientific and technical sphere and to improve the quality of the workforce. For innovation it is necessary to form an effective scientific and technical space that will allow us to more rapidly develop satellite communications, telecommunications, remote monitoring of natural resources, navigation, environmental monitoring and weather forecasting.

Key words: modernization, innovation, innovative development, innovative processes, space activities, space industry, development strategy

Одной из главных задач научно-технологического развития отечественной промышленности и ее ведущих отраслей является занятие лидирующих позиций на мировом рынке. Для ракетно-космической отрасли в современных условиях все острее встает вопрос о ее переводе на инновационный путь развития и более активном использовании в космической деятельности высоких технологий. Обеспечение инновационного развития является необходимым условием проведения полномасштабной космической деятельности по основным ее направлениям.

Нет сомнений, что ракетно-космическая промышленность является одной из наиболее технически развитых отраслей машиностроения с высокой степенью кооперирования и концентрации производства. Профильная продукция отрасли является высоко наукоёмкой, поскольку объём НИОКР по стоимости сопоставим с объёмом выпуска товарной продукции, а при интенсивной смене поколений техники и технологий может и превышать его. [1]

Созданная много десятилетий тому назад космонавтика по-прежнему сохраняет достаточно высокий уровень

конкурентоспособности на мировом рынке. Однако длительное функционирование в условиях недофинансирования и сокращение государственных заказов явились существенными факторами для формирования устойчивых тенденции к отставанию от западных производителей по ряду технологий и росту зависимости от импортных комплектов. [2]

Сегодня российские производители космической техники серьезно отстают по уровню развития технологий в создании спутников и средств связи, чем и объясняется отсутствие отечественных систем в таком важном для государства сегменте рынка. На рынке готовых изделий практически невозможно найти российские образцы современных спутников.

Необходимость ведения острой конкурентной борьбы в глобальном масштабе на уровне ведущих стран мирового сообщества и исторически значимая роль государства в сфере космической деятельности обуславливают необходимость разработки и реализации целенаправленной государственной промышленной политики в данной сфере.

Развитие национальной инновационной системы в сфере космической деятельности может быть обеспечено за счет гармонизации деятельности различных институтов, работающих в сфере космической деятельности по смежным направлениям. К числу таковых, безусловно, необходимо отнести национальные технологические платформы, космический кластер Фонда «Сколково», Агентство стратегических инициатив, Роснано, Российскую венчурную компанию и некоторые другие. [3]

Основным механизмом гармонизации деятельности данных структур может явиться совместное определение и экспертное оценивание приоритетных направлений финансирования в области технологического развития предприятий в условиях многоуровневой, многосекторной рыночной экономики.

Очевидно, что содержательная часть космических программ формируется под воздействием мирового космического опыта и собственных возможностей стран. Одним из основных показателей эффективности космической де-

ятельности следует считать Futron’s Space Competitiveness Index (SCI) — индекс космической конкурентоспособности, который является глобально-ориентированной аналитической основой, определяющей и измеряющей ряды национальной конкурентоспособности в сфере разработки и создания КС.

SCI считается на базе сравнения космической деятельности для 15 ведущих космических субъектов, предлагающих исчерпывающий обзор недавно завершенных, текущих и запланированных на будущее мероприятий, их национального потенциала и конкурентоспособности, динамики их правительства, человеческого капитала, промышленности, учитывая их относительные сильные и слабые стороны, возможности и угрозы. Основными составляющими индекса SCI являются: эффективность правительства — управление (40% от общей оценки); эффективность РКП (40% оценки) и эффективность человеческого капитала (20% оценки).

Следует отметить, за последние 7 лет РФ демонстрирует возрастающий тренд SCI, что показано в табл. 1.

Таблица 1. Динамика индекса космической конкурентоспособности SCI РФ за период 2007–20014 гг.

Годы:	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
SCI	36,4	34,29	37,99	39,55	39,29	40,55	43,76
Место в мире	3	3	3	3	3	3	3

Источник: составлено авторским коллективом по материалам [6]

Важно отметить, что РКП РФ не только стабильно удерживает 3 место в мире, но демонстрирует рост SCI в 2014 году в условиях действия экономических санкций. По-видимому, рост индекса обусловлен повышенным вниманием Правительства РФ к РКП и приоритетностью отрасли в качестве стратегического целеполагания индустриальной и инновационной государственной экономической политики.

С целью устранения отставания и достижения технологического лидерства в данных сегментах рынка Российским космическим агентством была разработана стратегия развития ракетно-космической отрасли до 2030 года, которая ориентирована на преодоление ситуации, сложившейся в 90-х годах прошлого века путем модернизация производства и внедрение новых инновационных технологий

По мнению известных российских ученых и ведущих специалистов в области ракетно-космической техники, инновационное развитие отрасли может быть связано с реализацией комплекса первоочередных задач, реализуемых по нескольким направлениям, а именно, обновление основных фондов действующих предприятий, стимулирование научно-технической сферы и повышение качества рабочей силы.

Сегодня становится понятным, что внедрение инноваций невозможно без формирования эффективного на-

учного и технического пространства. Здесь основное внимание должно быть сосредоточено на промышленном машиностроении для решения задач по развитию отечественных средств производства (станки, оборудование). Речь о прорыве в технологических отраслях можно вести только тогда, когда выпущенное на российских предприятиях оборудование станет конкурентным на внешних рынках. А это условие может быть выполнено только за счет внедрения инноваций, увеличения производительности труда и вовлечения перспективных работников.

Необходимо гораздо активнее развивать такие направления, как космическая связь, телекоммуникации, дистанционное исследование природных ресурсов, навигация в военной и гражданской сферах, экологический мониторинг и прогнозирование погоды [4].

Перспективным направлением может являться расширение сотрудничества предприятий с техническими университетами и бизнес-структурами в плане расширения прикладных исследований и практического применения робототехники. Это одна из перспективных технологических отраслей, показывающая серьезный прогресс. Использование робототехники может способствовать достижению настоящего прорыва в различных областях, поэтому разработка роботизированных систем и их внедрение в производство чрезвычайно выгодное направление инновационного развития космической отрасли.

Научно-технические инновационные процессы — ядро процесса модернизации ракетно-космической отрасли. Ключевая роль в инновациях отводится инженерным кадрам и учёным в области прикладных научных исследований, обладающих способностью выступать в роли генераторов идей.

Для наукоемких предприятий необходимы сотрудники, обладающие определенными компетенциями, а также производственными навыками, которые позволяют не только успешно проводить разработки и испытания новой техники, но и сопровождать изделия на протяжении всего

жизненного цикла и совершенствовать технологии. Помимо этого, важным качеством таких сотрудников выступает умение ставить задачи опережающего развития и грамотно формулировать технические требования к перспективным разработкам.

Важнейшим необходимым условием высокого качества человеческого капитала в космической индустрии является уровень образования. В табл. 2 приводятся данные об образовательных программах, направленных на подготовку специалистов в области создания КС.

Таблица 2. Программы высшего образования в области космоса и создания КС по состоянию на 2012 г.

Страна	Право в области космоса	Астрономия и науки о космосе	Аэронавтика и аэрокосмическая инженерия	Астрофизика	Телеком. обслуживание	Телеком. инженерия	Общее число программ
Аргентина	0	3	3	0	0	8	14
Австралия	0	8	6	3	0	11	28
Канада	1	24	15	5	0	19	64
Китай	1	6	10	0	1	33	51
Европа	2	83	89	17	10	224	439
Индия	1	12	36	12	0	166	227
Иран	0	5	8	3	0	10	26
Израиль	0	1	1	0	0	1	3
Япония	1	7	16	4	0	27	55
РФ	2	16	27	8	11	53	117
Южная Корея	1	5	10	0	4	30	50
Украина	1	6	4	3	2	16	32
США	0	159	129	14	12	44	358
Всего:	10	335	354	69	40	642	1464

Источник: составлено авторским коллективом по материалам [6]

Как показывает таблица 2, наибольшее количество образовательных программ высшего профессионального образования реализуется в странах — лидерах мирового рынка КС: США (358 программ), ЕС (439 программ) и РФ (117 программ). Исключение составляет Индия — 227 образовательных программ. Наиболее востребованной областью образования является телекоммуникационная инженерия (642/1464) — 44% от всех программ в мире, что абсолютно соответствует максимальной доле самого доходного сектора мирового рынка КС (спутниковые услуги).

Литература:

1. Инновационное развитие отечественной ракетно-космической промышленности. А. Орловский. // <http://www.nstar-spb.ru/>
2. Конкуренция в ракетно-космической промышленности: время стратегических решений. Д. Пайсон, // http://vestnik-glonass.ru/stati/konkurenciya_v_raketno_kosmicheskoy_promyshlennosti_vremya_strategicheskikh_resheniy/
3. Меморандум о космической деятельности / С. Жуков, А. Ионин, И. Моисеев, Д. Пайсон [Электронный ресурс] // Блог Сергея Жукова на официальном сайте Фонда Сколково. URL: <http://community.sk.ru/founda->

Для повышения активности и продуктивности трудовой деятельности персонала предприятий ракетно-космической отрасли потребуется совершенствование существующей системы материального и нематериального стимулирования. Для этого, прежде всего, необходимы шаги по установлению для работников достойного уровня заработной платы, поиск способов более эффективного использования социально-психологических факторов для мотивации труда, разработка системы мер, направленных на укрепление корпоративного духа и коллективной приобщенности к российской космонавтике.

tion/space/b/zhukov/archive/2013/06/04/memorandum-o-kosmicheskoy-deyatelnosti-rossii.aspx (дата обращения 30.09.2013 г.).

4. Обеспечение координации инновационно-технологического развития ракетно-космической промышленности со стороны государства как фактор экономического прогресса российской экономики. Муракаев И. М. Бочкарев К. М. // [http://yandex.ru/clck/jsredir?from=yandex.ru%](http://yandex.ru/clck/jsredir?from=yandex.ru%20)
5. Организационно-штатная структура наукоёмких организаций. Эффективное управление инновациями на пространстве СНГ. Чурсин А. А., Глебанова А. Ю. В сборнике: Научные открытия в эпоху глобализации. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. Уфа, 2016. с. 171–178.
6. FUTRON'S 2014 SPACE COMPETITIVENESS INDEX A Comparative Analysis of How Countries Invest In and Benefit from Space Industry <http://www.comspacewatch.com/commercial-space/futron-releases-2014-space-competitiveness-index.html>

Анализ системы автоматического управления образовательным модулем на примере модуля «векторная алгебра»

Бронов Сергей Александрович, доктор технических наук, профессор;
 Мартынов Александр Владимирович, аспирант
 Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

Под образовательной программой понимается комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты), организационно-педагогических условий и в случаях, предусмотренных настоящим Федеральным законом, форм аттестации, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных компонентов, а также оценочных и методических материалов. [6]

В данном определении, для исследования, важным является модульность образовательной программы. Под модулем может, понимается следующее: «Модуль — это законченная единица образовательной программы, формирующая одну или несколько определенных профессиональных компетенций, обладающая контролем знаний и умений обучаемых на выходе. Модульная образовательная программа — это совокупность и последовательность модулей, направленная на овладение определенными компетенциями, необходимыми для присвоения квалификации». [4] Под компетенциями понимается свойство личности, потенциальная способность индивида справляться с различными задачами, как совокупность знаний, умений и навыков, необходимых для осуществления конкретной профессиональной деятельности. [5]

Исходя из двух выше приведенных определений, можно отметить, что успешность изучения текущего модуля, повлияет на успешность изучения последующего, а это значит, что оценка успешности изученности каждого модуля будет формироваться на основе оценок успешности изученности предыдущих модулей.

В свою очередь, оценка успешности освоения текущего модуля будет формироваться из успешности получения компетенции, которая в свою очередь формируется из

уровня приобретенных знаний, умений и навыков. Оценка успешности освоения последующего модуля, будет складываться не только от оценки успешности освоения предыдущего модуля, но и от оценки успешности освоения компетенции последующего модуля, а она в свою очередь, опять же, от оценки успешности освоения знаний, умений и навыков. Что можно выразить через следующую формулу:

$$M = \sum_{j=0}^n M_j + K_m \tag{1}$$

где:

- M — оценка успешности освоения текущего модуля;
- M_j — оценка успешности освоения предыдущих модулей;
- K_m — оценка успешности освоения компетенции текущего модуля.

Компетенцию текущего модуля можно представить в виде следующей формулы:

$$K_m = 1 - (Z - (N + Y + K)) \tag{2}$$

где:

- Z — оценка сложности типовой задачи компетенции;
- N — оценка успешности полученных навыков;
- Y — оценка успешности полученных умений;
- K — оценка успешности полученных знаний.

Совокупность дидактических единиц является основой для формирования у студента знаний, умений, навыков. На первоначальном этапе, когда абитуриент становится студентом, он располагает не большим набором знаний, навыков, умений, который в процессе освоения образовательной программы будет расширяться и развиваться.

Предполагается, что студент, освоивший 11 классов, обладает определенным набором дидактических единиц, которого достаточно для вхождения в образовательный процесс и освоения образовательной программы. Поэтому, необходимо построить первый модуль образовательной программы таким образом, чтобы он предоставлял новые дидактические единицы, основывающиеся на школьных дидактических единицах.

В качестве примера, можно рассмотреть модуль по высшей математике «Векторная алгебра», который преподается студентам на первом курсе обучения. Для изучения данного модуля, студент должен обладать знаниями о векторах, в частности знать само определение вектора, выполнять операции сложения и вычитания векторов, которые он получил за 10–11 класс. Обладая данными навыками, знаниями и умениями, есть вероятность, что студент освоит модуль на 100%.

Основной целью модуля «векторная алгебра», является предоставить знания по разложению вектора по базису, развить навыки и умения по решению типовых задач, связанных с разложением вектора по базису. [2] В итоге, после изучения модуля, студент должен овладеть компетенцией в области решения задач, связанных с разложением вектора по базису.

Модуль должен быть организован таким образом, чтобы дидактические единицы, которые студент получил в школе, использовались в связке с новыми дидактическими единицами, т.е. новые дидактические единицы должны базироваться на школьных, делая плавный переход в высшую математику. В то же время, сам модуль должен быть ключом для последующего модуля, подавать

на него свои выходные данные в виде знаний, умений, навыков, которые уже будут являться входами для последующего модуля. Что представлено на рисунке 1.

Для того, чтобы модель, представленная на Рисунок 1, имела успешную оценку освоения, необходимо чтобы выходные данные каждого модуля имели оценку в 100%. Для достижения данного результата, необходимо эффективно управлять процессом освоения модуля.

Рассмотрим в качестве объекта управления модуль «векторная алгебра». На Рисунок 2 изображена схема управления модулем «векторная алгебра», для достижения оценки выходных данных ста процентов.

На Рисунок 2 в качестве обозначений представлены:

- K, N, Y — оценка знаний, умений, навыков, которая позволяет говорить об успешном освоении модуля «векторная алгебра»;
- e — разность между необходимой оценкой K, N, Y и полученной оценкой после освоения модуля;
- R — метод, с помощью которого определяется, какие дидактические единицы не были освоены;
- D — дидактические единицы, полученные после применения метода регулятора;
- m — новый вид материала, или новый способ подачи материала модуля «векторная алгебра»;
- M — модуль «векторная алгебра»;
- $(K, N, Y)_0$ — оценка знаний, умений, навыков, полученная после освоения модуля;
- $rand$ — корректировка оценки $(K, N, Y)_0$, на возможные события, произошедшие как по вине организации образовательного процесса освоения модуля «векторная алгебра», так и по причинам не зависящим от него.

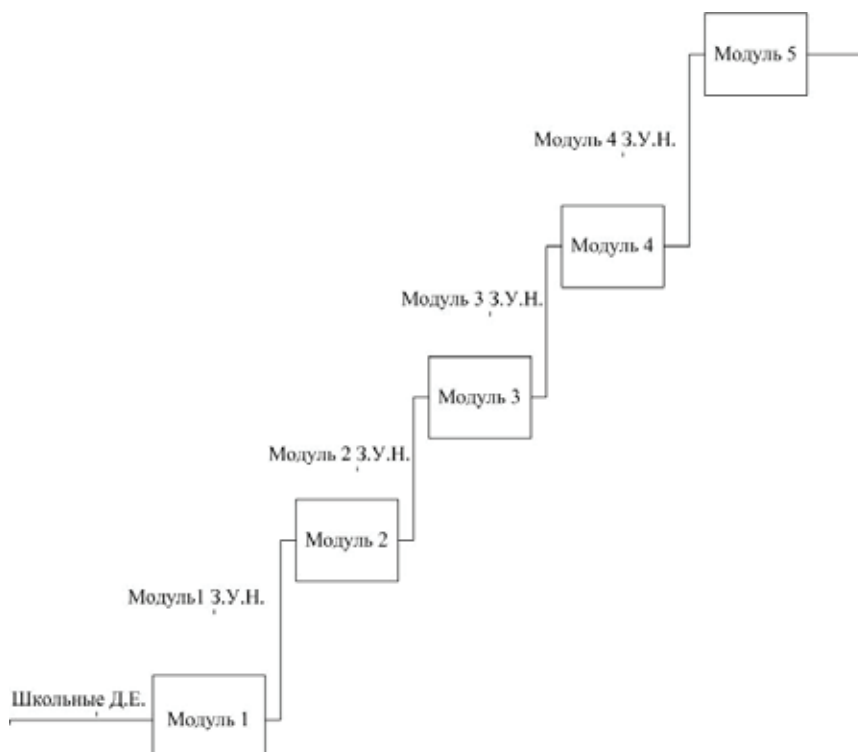


Рис. 1. Блок-схема модулей, базирующихся на знаниях предыдущих

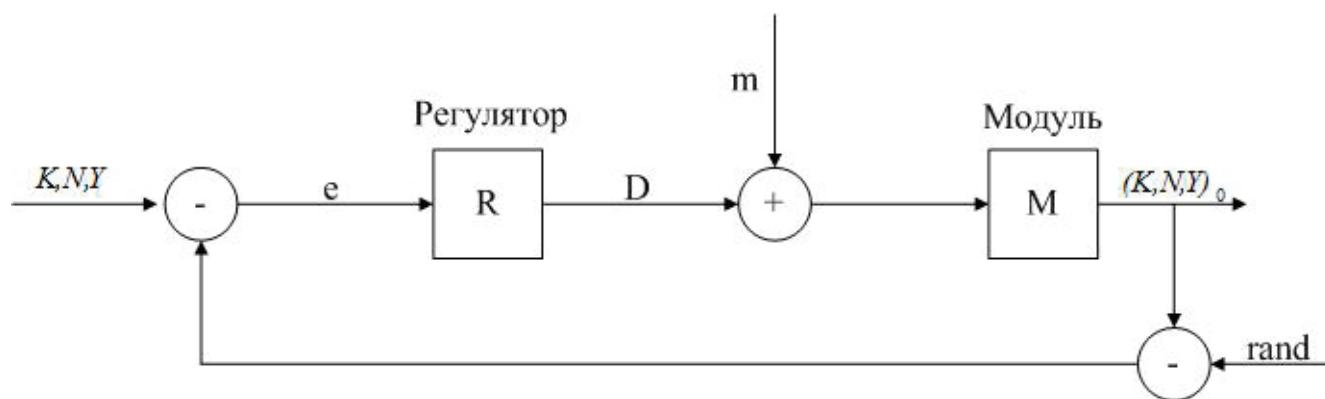


Рис. 2. Блок схема управления модулем «векторная алгебра»

Рассмотрим схему, представленную на Рисунок 2 более подробно. Когда студент первый раз осваивает модуль «векторная алгебра», ему необходимо полностью освоить все знания, умения, навыки, которые заложены в данном модуле, поэтому при первом освоении, регулятор (R) покажет, что все дидактические единицы не были освоены. Далее происходит изучение модуля «векторная алгебра», в котором уже заложены измерительные методы, такие как: тесты, задачи, практика, игровые варианты проверки и т.д. Результатом данных измерительных проверок, будет оценка освоенных знаний, умений, навыков, которая будет либо соответствовать, изначально заданной оценке либо нет.

Для того, чтобы проверить данное соответствие, необходимо получившуюся оценку скорректировать на величину случаев не освоения материала, которые не зависят от организации модуля и его материала.

$$(K, N, Y)_0 = (K, N, Y)_0 - rand \tag{3}$$

К числу случаев, зависящих как от организации методов подачи материала модуля и самого материала, а также случаев, не зависящих от организации модуля могут носить различный характер. В Таблице 1, представлены наиболее значимые причины не усвоения материала, которые связаны с различными аспектами образовательного процесса, а также непосредственно с индивидуальными особенностями самого обучающегося.

Большинство причин можно выяснить из личного разговора со студентом. В зависимости от причины неуспеваемости, коэффициент для корректировки оценки $(K, N, Y)_0$, будет принимать различный вес.

При этом необходимо учитывать, что студент мог изучить материал самостоятельно, за период отсутствия, что может нивелировать коэффициент. Более подробно веса

Таблица 1. Причины неуспеваемости [1]

Педагогические причины	недостатки преподавания отдельных предметов; проблемы в знаниях за предыдущие годы; неправильный перевод на следующий курс.
Социально-бытовые причины	неблагополучные условия жизни; недостойное поведение родителей; низкая материальная обеспеченность семьи; отсутствие домашнего режима; безнадзорность студента.
Физиологические причины	болезни; общая слабость здоровья; нарушения двигательных функций центральной нервной системы; болезни нервной системы.
Психологические причины	особенности развития внимания, памяти; медленность понимания; недостаточный уровень развития речи; несформированность познавательных интересов; узость кругозора.
Прочие причины	прогул; нежелание учиться; факторы независимые от воли студента (катастрофа, авария, землетрясение, несчастный случай и т.д.).

коэффициента корректировки, будут рассмотрены в следующих главах.

После корректировки оценки $(K, N, Y)_0$ на коэффициент $gapd$, необходимо сравнить желаемую оценку K, N, Y с полученной $(K, N, Y)_0$, что изображено на Рисунок 2. Итогом чего получится разность e .

$$e = K, N, Y - (K, N, Y)_0 \quad (4)$$

Далее необходимо проанализировать полученный результат e . В случае если он равен нулю, то регулятор не выдаст никаких дидактических единиц, что будет говорить о полном освоении модуля «векторная алгебра». В обратном случае, когда разность e не равна нулю регулятор определит, какие дидактические единицы не были изучены, и выдаст их в качестве выходных данных.

Методы, которыми регулятор может определить не изученные дидактические единицы [1]:

1. Устный контроль (индивидуальный и фронтальный): опрос, беседа, коллоквиум, собеседование, семинар;

2. Письменный контроль (фронтальный, дифференцированный, индивидуальный): контрольная работа, письменные упражнения, задачи, реферат, выполнение практических, лабораторных, графических заданий, письменный отчет;

3. Практический контроль: практические работы с физическими объектами, лабораторные опыты, эксперименты;

4. Программированный контроль;

5. Тестовый контроль;

6. Систематическое наблюдение за работой студентов в обучении;

7. Система итого контроля: контрольная работа, опрос, зачет, экзамен, отчет, реферат.

Из всех представленных методов, наиболее предпочтительным, является тестовый контроль. Так как, данный метод контроля позволяет с наименьшими трудовыми и временными затратами, выявить основные дидактические единицы, по которым имеются пробелы.

Использование остальных методов целесообразно в том случае, если результат второго прохождения модуля «векторная алгебра» получился отрицательным, и регулятор не смог выявить, используя тесты проблемные дидактические единицы. В подобном случае, остальные методы могут оказаться более действенными.

После того как были определены не усвоенные дидактические единицы, необходимо провести анализ того, по какой причине они не были усвоены. В случае если это был прогул, то есть вероятность, что не усвоенный материал, может быть понят, с использованием уже устоявшейся формой организации модуля. Студенту, просто нужно повторно пройти пропущенную лекцию, которая может восполнить недостающие знания. Возможно, после пройденной лекции, студенту необходимо будет повторно пройти последующие лекции, которые базируются на пропущенной. Так как есть вероятность, что процент усвоение данных лекций уменьшался с геометрической

прогрессией от лекции к лекции, из-за недостающих дидактических единиц.

Сложнее дело обстоит в другом случае, когда дидактические единицы не были освоены по причинам не понимания материала, метода подачи материала, умственных недостатков, физиологических проблем, психологического характера и прочих особенностей, представленных в Таблице 1.

Подобные случаи подразумевают полное или частичное изменение модуля «векторная алгебра», через изменения материала, его формы представления или метода подачи материала. Среди методов подачи материала существуют следующие методы [1][3]:

1. Словесные (беседа, рассказ, лекция, объяснения);

2. Наглядные (демонстрация опытов, натуральных объектов, изобразительных пособий);

3. Практические (распознавание и определение объектов, наблюдение, эксперимент);

4. С помощью компьютерных методов:

— компьютеризированный учебник, представляющийся в виде экспертной информационной системы, базирующейся на знаниях, обеспечивающей использование знаний и техники рассуждений человека-эксперта в процессе обучения, реализуемого на основе новых информационных технологий при использовании компьютеров без посредничества профессиональных программистов в целях освоения знаний и развития умений в прикладной области;

— мультимедиа-гипермедиа. Мультимедиа — это объединение нескольких средств представления информации в одной настольной системе. Обычно под мультимедиа подразумевается объединение в компьютерной системе таких средств представления информации, как текст, звук, графика, мультипликация, видео, изображения и пространственное моделирование. Другие формы мультимедиа представляются как информация в виде слайдов и магнитной записи, интерактивное видео и видеопродукция. Гипермедиа — это гипертекст с нетекстовыми компонентами (звук, видео). Гипермедиа состоит из узлов, которые являются основными единицами хранения информации и могут включать в себя страницы текста, графику, звуковую информацию, видеоклип или даже целый документ. При изучении базы данных гипермедиа пользователи могут осуществлять доступ к любому узлу в зависимости от своих потребностей. Во многих системах гипермедиа узлы могут быть удалены или изменены самим пользователем. Пользователь может добавлять или изменять информацию в узле или создавать свои собственные узлы информации. Таким образом, гипертекст может быть динамичной базой знаний, которая продолжает расти, представляя при этом новые и различные точки зрения;

— виртуальная реальность — мнимый мир, создаваемый аудиовидеосистемой в воображении пользователя. Виртуальная реальность создается звуком и цветными изображениями, причем все они могут объемными;

— компьютерные игры — это программа, специально созданная для конкретной модели компьютера и пред-

ставляющая пользователю (играющему) возможность активного участия в изменении игровых ситуаций, отображаемых на экране компьютера;

– учебная компьютерная сеть. Ее можно определить как специфический учебно-методический комплекс, обеспечивающий техническую, методическую и организационную поддержку единого учебного процесса, проходящего в нескольких географически разнесенных учебных группах.

Применив один из методов подачи материала, или форму самого материала, это изменение запоминается в модуле,

и становится его ответом, на определенный случай неуспеваемости. В случае если оценка результата прохождения модуля «векторная алгебра» не изменила своего значения по сравнению с предыдущей оценкой, то изменение, сделанное с помощью изменения метода подачи материала, отбрасывается, и происходит поиск нового способа подачи материала, до тех пор, пока разность между желаемой оценкой K, N, Y , и оценкой $(K, N, Y)_0$ не будет равна нулю. Рассматривая такую реализацию модуля, можно говорить о задатках автоматической системы управления.

Литература:

1. В. Е. Пешкова. Педагогика Часть 4. Теория обучения (дидактика) учеб. пособие для студ. вузов.— 2010: Майкоп, 2010. — 149 с.;
2. В. В. Конев Векторная. Алгебра: учеб. пособие для студ. вузов. — 2008г: Томский политехнический университет, 2008 г. — 34 с.;
3. В. Е. Пешкова. Педагогика Часть 6. Педагогическая информатика (дидактика) учеб. пособие для студ. вузов. — 2010: Майкоп, 2010. — 151 с.;
4. Голованова, Ю. В. Модульность в образовании: методики, сущность, технологии // Молодой ученый.— 2013. — № 12. — с. 422–437;
5. М. В. Кондурар. Понятие компетенция и компетентность в образовании // 2011.— 2011.— № 2(5). — с. 212–220.
6. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 15.07.2016) // КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 9.10.2016).

Экспериментальные исследования функционирования системы автоматического управления с электроприводным насосом-дозатором

Вальбе Максим Борисович, студент

Высшая школа системного инжиниринга Московского физико-технического института (г. Москва)

Якубовский Константин Яковлевич, научный сотрудник

Центральный институт авиационного моторостроения имени П. И. Баранова

Медведев Илья Борисович, начальник КБ

АО «Технодинамика» (г. Москва)

В данной статье представлены результаты экспериментальных исследований системы автоматического управления (САУ) малоразмерных газотурбинных двигателей (МГТД) с электроприводным топливным насосом-дозатором, в которой управление производительностью насоса-дозатора, осуществляющего управление режимом авиадвигателя, выполняется путём прямого изменения частоты вращения электродвигателя постоянного тока (бесколлекторного электродвигателя).

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, топливная система, система автоматического управления, насос-дозатор

В настоящее время в автоматике большинства авиационных газотурбинных двигателей применяются приводные топливные насосы регулируемой производительности, что приводит к усложнению САУ из-за необходимости применять устройства разрыва положительной обратной связи между регулируемым параметром — частотой вращения ротора и регулирующим фактором — расходом топлива. Для перспективных САУ типа FADEC

(Full Authority Digital Electronic Control) [1] более предпочтительным является применение топливного насоса-дозатора с регулируемым электроприводом.

Такие САУ применяются для управления малоразмерными газотурбинными двигателями (МГТД) и вспомогательными силовыми установками (ВСУ).

При разработке САУ МГТД и ВСУ необходимо решать вопрос об определении рациональной мощности элект-

тропровода и производительности насоса, необходимых для обеспечения благоприятного сочетания собственных свойств электропривода, топливного насоса и объекта управления — МГТД (ВСУ). В данной работе показаны результаты экспериментальных исследований, направленных на поиск алгоритмов решения этой задачи.

Целями работы являлись:

- исследование влияния основных параметров элементов САУ на характеристики системы;
- отработка алгоритмов управления МГТД системой автоматического управления с электроприводным насосом — дозатором;
- формирование требований на разработку системы управления и ее агрегатов.

Основная часть

Исследования проводились на экспериментальной установке, состоящей из МГТД, экспериментальной САУ и системы регистрации параметров. В качестве МГТД первоначально использовался турбостартер, а впоследствии — малоразмерный турбореактивный двигатель. В состав САУ входили: бесколлекторный электродвигатель, шестерённый насос, силовой контроллер управления, цифровой регулятор и датчики различного назначения.

Регистрация параметров САУ выполнялась цифровой системой регистрации и записи на основе 8-канального аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) и ноутбука. Измерялись следующие параметры: расход топлива, давление топлива перед форсунками, давление воздуха за компрессором, температура газов за турбиной, частота

вращения ротора двигателя и насоса-дозатора, электрическая мощность электродвигателя насоса-дозатора с необходимой точностью измерений.

Перед испытаниями САУ были экспериментально определены собственные свойства электромотора привода насоса — дозатора на стационарных и переходных режимах.

Испытания экспериментальной САУ проводились в несколько этапов.

На первом этапе исследовалась работа экспериментальной САУ МГТД с однокаскадными форсунками при высоких оборотах насоса-дозатора, на которых собственные свойства его электропривода были более благоприятны, чем на малых оборотах. Однако высокие обороты насоса-дозатора являлись причиной рассогласования между располагаемой производительностью насоса-дозатора и потребным расходом топлива на режиме работы МГТД, которое было устранено применением перепускного клапана, перепускающего топливо с выхода на вход топливного насоса (рис. 1).

Раскрутка ротора МГТД на запуске осуществлялась стендовой системой запуска с помощью встроенного электростартера. Дозирование топлива насосом-дозатором на запуске выполнялось автоматически стендовым цифровым регулятором по давлению воздуха (P_2) за компрессором МГТД. При этом цифровой регулятор моделировал предварительно экспериментально снятую характеристику штатного гидромеханического регулятора МГТД.

После запуска двигателя и выхода на режим «малого газа» (МГ) управление МГТД осуществлялось вручную путём подачи на вход цифрового регулятора сигнала, пропорционального заданному значению регулируемого параметра при помощи потенциометра.

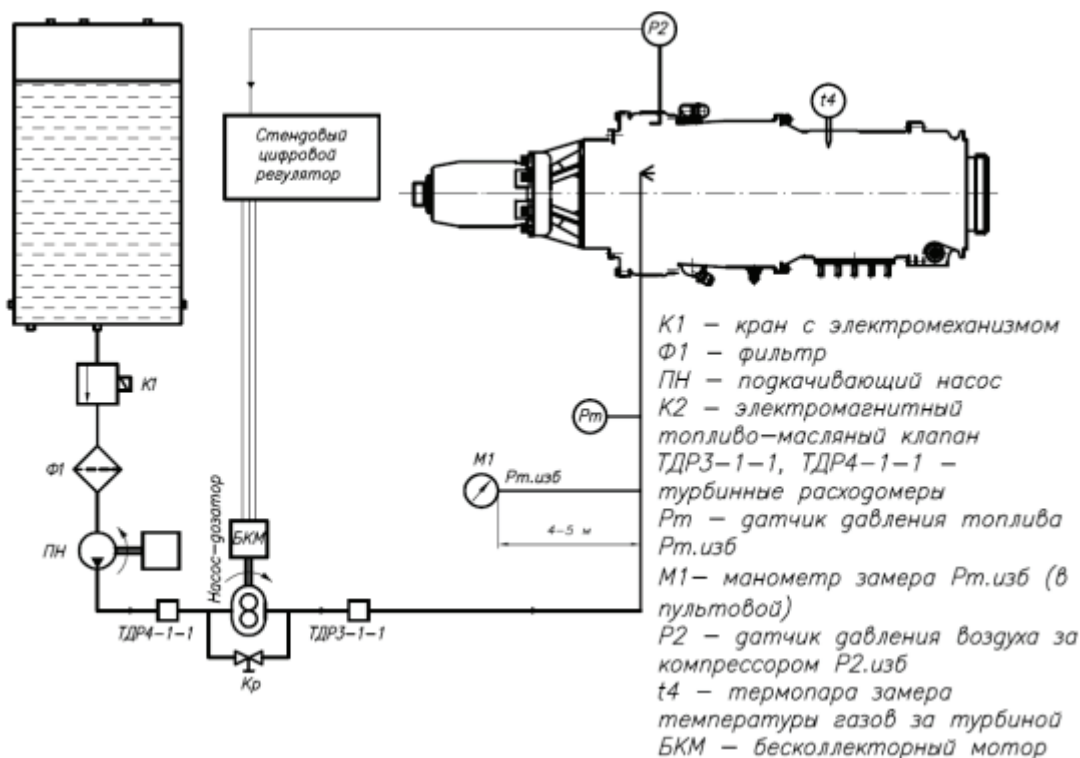


Рис. 1 Схема системы управления МГТД с насосом-дозатором и перепускным клапаном

На втором этапе выполнялись исследования САУ без перепуска топлива на вход в насос-дозатор (рис. 2).

Главной особенностью данного этапа было то, что бесколлекторный электродвигатель насоса-дозатора на начальном этапе разгона ротора МГТД работает вблизи минимальной частоты устойчивого и управляемого вращения.

В программу управления режимами работы насоса-дозатора были добавлены ограничения темпов увеличения и сброса оборотов ротора МГТД.

При исключении перепуска топлива, потребная производительность насоса-дозатора уменьшилась более чем в 2 раза. Во столько же раз сократился и рабочий диапазон частот вращения электродвигателя насоса-дозатора, что затруднило точное регулирование.

На первом и втором этапе управляемым параметром МГТД являлось давление воздуха в камере сгорания.

На третьем этапе проводились стендовые испытания экспериментальной САУ с МГТД оснащённым двухкаскадными форсунками. Управляемым параметром являлась частота вращения ротора МГТД.

Для выполнения этих испытаний по сравнению с предыдущими этапами в испытательную установку и в программу управления двигателем внесены следующие изменения:

- изменен объект управления;
- в систему подачи топлива установлен распределительный клапан включения второго каскада форсунок по давлению;
- в САУ добавлен сигнал частоты вращения ротора МГТД;
- в САУ добавлен сигнал температуры газов за турбиной;
- в алгоритме цифрового управления смоделированы следующие контуры управления:

Q_t .бросок — программный контур формирования подачи топлива на запуске двигателя;

$Q_t = f(n)$ static — замкнутый контур дозирования топлива на установившихся режимах;

$(Q_t/P_2.абс)$ up — замкнутый контур дозирования топлива для быстрого увеличения оборотов МГТД (приёмистости);

$(Q_t/P_2.абс)$ down — замкнутый контур дозирования топлива для быстрого уменьшения оборотов ротора МГТД (сброса оборотов);

$P_2.max$ — контур ограничения избыточного давления воздуха за компрессором;

$P_2.min$ — контур ограничения минимального значения избыточного давления воздуха за компрессором;

$P_2.minmin$ — пробное значение дополнительного ограничителя минимального режима работы двигателя;

При формировании алгоритма работы контура дозирования топлива на установившихся режимах использована экспериментально снятая зависимость потребного расхода топлива от частоты вращения ротора МГТД со штатной САУ.

В ходе данных испытаний была выполнена проверка работы САУ в полностью автоматическом режиме по запрограммированной в цифровом регуляторе циклограмме управления режимами работы МГТД с плавным и быстрым увеличением оборотов ротора МГТД, ступенчатым увеличением оборотов ротора МГТД, плавным и быстрым уменьшением оборотов ротора МГТД.

Кроме того, при данном исследовании опробовано увеличение количества топлива при запуске двигателя с целью снижения времени запуска, выполнена проверка запуска двигателя с выходом на максимальный режим работы без прогрева, выполнена проверка формирования подачи топлива и восстановление режима работы двигателя при погасании камеры сгорания во время работы.

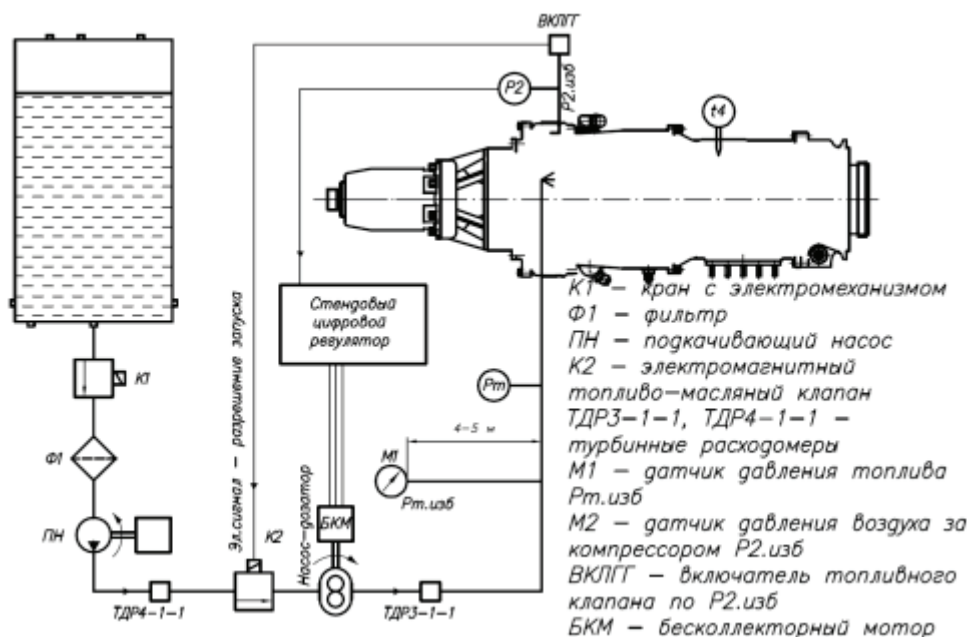


Рис. 2. Схема системы управления МГТД с насосом-дозатором без перепуска топлива

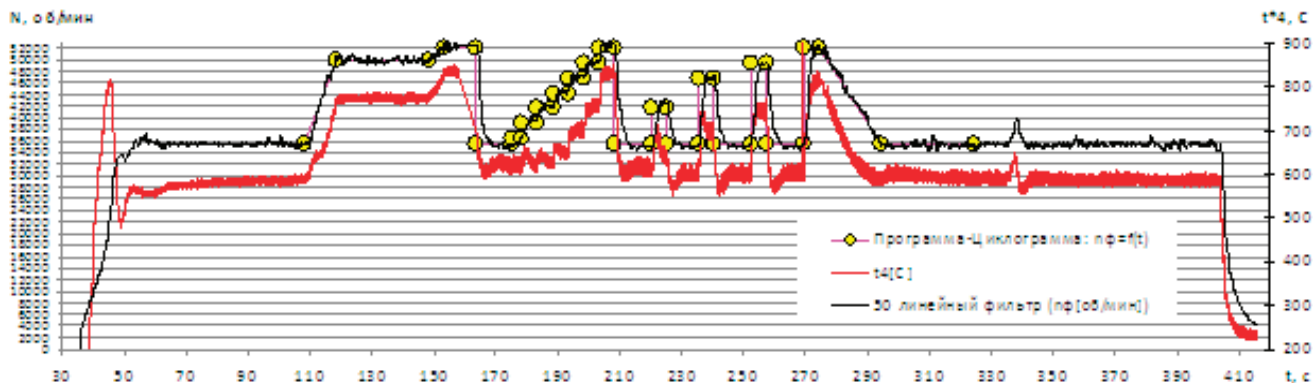


Рис. 3. Автоматический режим работы САУ

На рис. 3 представлена работа САУ в автоматическом режиме по циклограмме управления режимами работы МГТД со стороны бортовой системы летательного аппарата.

В результате проведенных работ получены следующие результаты:

- экспериментальная цифровая САУ обеспечила удовлетворительную управляемость ГТД на всех стационарных и переходных режимах, в том числе и при работе бесколлекторного электродвигателя вблизи минимальной границы его устойчивой работы (без перепуска топлива);

- использование распределительного клапана в экспериментальной цифровой САУ с электроприводным топливным насосом-дозатором при управлении МГТД с двухкаскадными форсунками не оказывало заметного влияния на качество процесса регулирования.

Заключительная часть

В результате проведенных работ можно сделать следующие выводы:

Литература:

1. Справочная информация. [Электронный ресурс]: <http://avia.pro/blog/razrabotka-gtd>. НТМ, свободный, 28.04.2014.
2. Работы ведущих авиадвигателестроительных компаний в обеспечение создания перспективных авиационных двигателей. ЦИАМ, 2010 г.
3. Иностранные авиационные двигатели. ЦИАМ, 2010 г.

Расчет основных эксплуатационных параметров холодильной установки авторефрижератора

Галка Галина Александровна, старший преподаватель;
Копылова Ольга Александровна, магистрант;
Прохорова Анастасия Игоревна, магистрант
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

Давно известно, что холод использовался для сохранения пищевых продуктов. Для достижения температуры ниже 0°C сначала использовали снег и лед, а затем смесь льда с солью [1].

Автомобильный рефрижератор предназначен для поддержания оптимальных условий при перевозке пищевых продуктов, и обеспечения высокой скорости доставки продукции. Авторефрижератор позволяет за короткое время доставить скоропортящуюся продукцию до потребителя. С помощью авторефрижератора увеличивается продолжительность хранения перевозимых продуктов, появляется возможность продавать пищевые продукты сезонного производства в течение года, снижаются товарные потери при транспортировке пищевого товара, удовлетворение нужды населения в доброкачественных продуктах питания, которые требуется привозить из других областей. В настоящее время широко используются автомобильные рефрижераторы. Теперь уже невозможно представить без них перевоз скоропортящихся продуктов.

Для определения полной тепловой нагрузки автомобильного рефрижератора используется следующая методика:

1. Выполняется расчет теплопритоков в камеру в результате теплопередачи через ее стенки [2]. Камера перевозит мороженое при температуре — 29°С. Высота потолка в камере равна 2,5 м. Температура окружающей среды атмосферы равна +25°С. Стены состоят из полиуретана толщиной 100 мм.

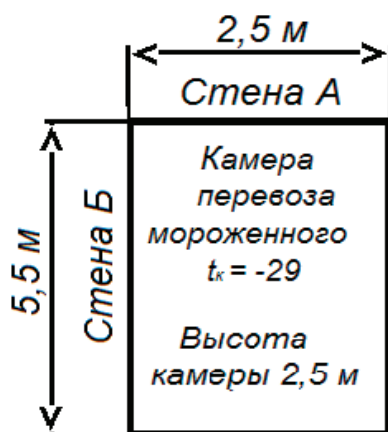


Рис. 1. Схема фургона

Расчет теплопритоков выполняется отдельно для стен, потолка и пола. Тепловой поток при теплопередаче через стенку $Q_{ст}$, Вт рассчитывается по формуле:

$$Q_{ст} = K \cdot S \cdot \Delta t \tag{1}$$

где K — коэффициент теплопередачи рассматриваемой стены, Вт/м²·К; S — площадь поверхности рассматриваемой стены, м²; Δt — разность температур воздуха по обе стороны стены.

Для стены А

$$Q_{ст. А} = 0,245 \cdot 2,5 \cdot 2,5 \cdot (25 - (-29)) = 82,7 \text{ Вт}$$

Для стены Б

$$Q_{ст. Б} = 0,245 \cdot 2,5 \cdot 5,5 \cdot (25 - (-29)) = 181,9 \text{ Вт}$$

Для стен параллельно расположенным стенам А и Б теплопритоки идентичны.

$$\text{Для потолка и пола: } Q_{пот. и пола} = 0,245 \cdot 2,5 \cdot 5,5 \cdot (25 - (-29)) = 181,9 \text{ Вт}$$

Отсюда полная тепловая нагрузка на камеру рефрижератора $Q_{стен. Вт}$, обусловленная тепловыми потоками через ее стены, потолок и пол

$$Q_{стен} = 2 \cdot Q_{ст. А} + 2 \cdot Q_{ст. Б} + Q_{пот.} + Q_{пол.} \tag{2}$$

$$Q_{стен} = 2 \cdot 82,7 + 2 \cdot 181,9 + 181,9 + 181,9 = 893 \text{ Вт}$$

Выполнен расчет тепловой нагрузка вследствие открывания дверей, или, как её часто называют, тепловой нагрузкой инфильтрации наружного воздуха в камеру фургона $Q_{инф.}$, Вт считается по формуле:

$$Q_{инф} = \dot{Q} \cdot D_{\tau} \cdot D_f (1 - E) \tag{3}$$

где \dot{Q} — суммарная суточная тепловая нагрузка на холодильную камеру, Вт; D_{τ} — коэффициент, учитывающий время, когда в течение суток дверь остается открытой; D_f — коэффициент, учитывающий характер воздушного потока в дверном проеме; $D_f = 0,8$, т.к. разница температура внутри и снаружи камеры более 16 °С; E — степень эффективности защитного устройства (завесы) дверного проема.

$$Q_{инф} = 187 \cdot 3,34 \cdot 0,8(1 - 0,2) = 399,7 \text{ Вт}$$

Тепловая нагрузка, обусловленная присутствием персонала, $Q_{перс}$, Вт, рассчитывается по формуле:

$$Q_{перс} = \frac{n \cdot q_{перс} \cdot \tau}{21,6} \tag{4}$$

Где n – число сотрудников, работающих в секции рефрижераторе; $q_{перс}$ – количество тепла, Вт, выделяемое в единицу времени одним человеком при средней активности, в камере = 444 Вт; τ – длительность ежедневного пребывания одного сотрудника в камере рефрижератора, с.

$$Q_{перс1} = \frac{2,00 \cdot 444 \cdot 7,20 \cdot 10^3}{21,6 \cdot 10^3} = 296 \text{ Вт}$$

Суммарные теплопритоки в камере

$$Q_{\Sigma} = Q_{стен} + Q_{инф} + Q_{перс}$$

$$Q_{\Sigma1} = 893 + 399,7 + 296 = 1,59 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

Рассчитывается и подбирается холодильная установка для рефрижератора, строится р-і диаграмма для камеры фургона.

Определяется удельная массовая холодопроизводительность q_u , Дж/кг холодильной установки [3] из равенства:

$$q_u = i_7 - i_6 \tag{5}$$

где i_7, i_6 – энтальпия в точках 6 и 7.

$$q_{u1} = 340 \cdot 10^3 - 240 \cdot 10^3 = 100 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Находим работу компрессора l , Дж/кг

$$l = i_2 - i_1$$

$$l = 400 \cdot 10^3 - 360 \cdot 10^3 = 40 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$$

Холодопроизводительный коэффициент ϵ :

$$\epsilon = \frac{q_u}{l}$$

$$\epsilon = \frac{100 \cdot 10^3}{40 \cdot 10^3} = 2,5$$

Определяется массовый расход газа, \dot{m} кг/с (массовая подача газа компрессором) из равенства:

$$\dot{m} = \frac{Q_u}{q_u} \tag{6}$$

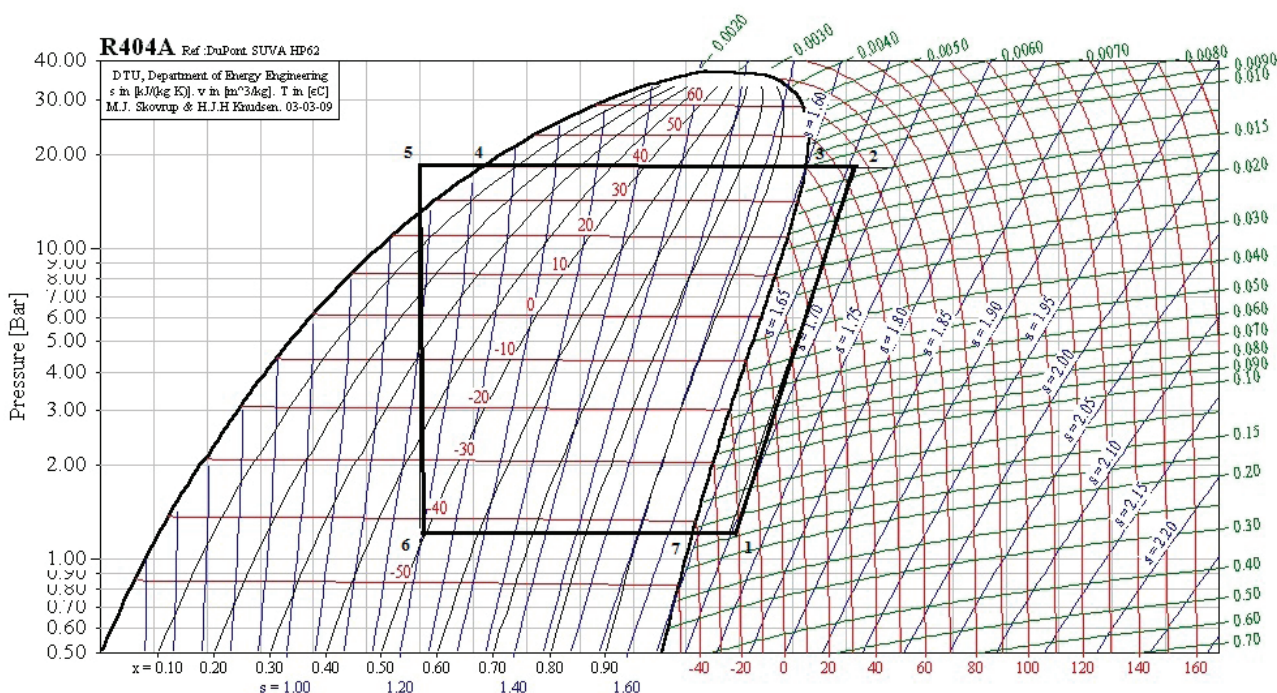


Рис. 2. Расчет цикла ХМ в рефрижераторе на р-і диаграмме для камеры

$$\dot{m} = \frac{1,59 \cdot 10^3}{100 \cdot 10^3} = 15,9 \cdot 10^{-3} \text{ кг / с}$$

Определяется объёмная подача \dot{V}_d , м³/с компрессора (объёмный расход газа на линии всасывания компрессора – действительная подача компрессора) из равенства:

$$\dot{V}_d = \dot{m} \cdot v_1 \tag{7}$$

где v_1 , удельный объём газа в точке «1» на входе в компрессор, м³/кг.

$$\dot{V}_d = 15,9 \cdot 10^{-3} \cdot 0,17 = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с}$$

Степень π повышения давления газа в компрессоре определим из равенства:

$$\pi = \frac{p_2}{p_1} \tag{8}$$

$$\pi = \frac{1,95}{0,11} = 17,7$$

Рассчитываем описываемый объём компрессора \dot{V} :, м³/с

$$\dot{V} = \frac{\dot{V}_d}{\lambda} \tag{9}$$

Где \dot{V}_d – действительной подачи компрессора, м³ / с; λ – коэффициенту подачи.

$$\dot{V} = \frac{2,7 \cdot 10^{-3}}{0,52} = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с}$$

По этому объёму подбираем компрессор 2-х цилиндровый модели X214 с рабочим объёмом 228 см³.

Теоретическая (адиабатная) мощность N_T , Вт, компрессора:

$$N_T = \dot{m} \cdot (i_2 - i_1) \tag{10}$$

$$N_T = 15,9 \cdot 10^{-3} \cdot (400 \cdot 10^3 - 360 \cdot 10^3) = 636 \text{ Вт}$$

Действительная (индикаторная) мощность N_i , Вт компрессора:

$$N_i = \frac{N_T}{\eta_i} \tag{11}$$

где η_i – индикаторный КПД компрессора, равный от 0,79 до 0,84.

$$N_i = \frac{636}{0,81} = 785,2 \text{ Вт}$$

Эффективная мощность, т.е. мощность $N_{ПРИВ}$, Вт на валу привода компрессор:

$$N_{ПРИВ} = \frac{N_i}{\eta_{МЕХ}} \tag{12}$$

где $\eta_{МЕХ}$ – механический КПД, учитывающий потери энергии привода на трение. Для малых и средних компрессоров, работающих на хладонах механический КПД принимают равными 0,84-0,97.

$$N_{ПРИВ} = \frac{785,2}{0,85} = 923,8 \text{ Вт}$$

Теоретический тепловой поток $\dot{Q}_{КД.Т}$, Вт в конденсаторе:

$$\dot{Q}_{КД.Т} = \dot{m}(i_2 - i_3) \tag{13}$$

$$\dot{Q}_{КД.Т} = 0,0159(400 \cdot 10^3 - 240 \cdot 10^3) = 2,54 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

Действительный тепловой поток $\dot{Q}_{КД.Д}$, Вт в конденсаторе (с учётом тепловых потерь в процессе сжатия):

$$\dot{Q}_{КД.Д} = \dot{Q}_И + N_i \tag{14}$$

$$\dot{Q}_{КД.Д} = 1,59 \cdot 10^3 + 785,2 = 2,38 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

Подбор конденсатора.

Тип конденсатора выбираем Т-600R.

Температура воздуха, поступающей в конденсатор $t_{ВОЗД.1} = 25^\circ\text{C}$, температура воздуха, выходящей из конденсатора $t_{ВОЗД.2} = 35^\circ\text{C}$.

Средняя логарифмическая разность Θ_{cp} температур определяется по формуле:

$$\Theta_{cp} = \frac{\Theta_6 - \Theta_н}{2,31g \frac{\Theta_н}{\Theta_6}} \tag{15}$$

Где Θ_{δ} — разность температур между телами в начале теплопередающей поверхности (большая разность температур); Θ_m — разность температур между телами в конце теплопередающей поверхности (меньшая разность температур).

$$\Theta_{cp} = \frac{10-5}{2,31g \frac{10}{5}} = 7,25^{\circ}C$$

Площадь F , m^2 теплопередающей поверхности конденсатора определим по формуле:

$$F = \frac{\dot{Q}_{кл.д}}{k\Theta_{cp}} \quad (16)$$

где $\dot{Q}_{кл.д}$ — действительный тепловой поток в конденсаторе, определенный при тепловом расчете компрессора, Вт; k — коэффициент теплопередачи конденсатора, Вт/($m^2 K$).

$$F = \frac{1,91 \cdot 10^3}{800 \cdot 7,25} = 0,33 m^2$$

Объёмный расход $\dot{V}_{нагр.ср}$ нагреваемой среды (охлаждающего воздуха), поступающей в конденсатор, будем находить по формуле:

$$\dot{V}_{нагр.ср} = \frac{Q_{кл.д.}}{c_p \cdot \rho \cdot \Delta t_{нагр.ср}} \quad (17)$$

где $Q_{кл.д.}$ — действительный тепловой поток в конденсаторе, Вт; c — удельная теплоемкость воды ($c = 4,19$ кДж/(кг · К)); ρ — плотность воды ($\rho = 1000$ кг/ m^3); $\Delta t_{нагр.ср}$ — подогрев воды в конденсаторе, К.

$$\dot{V}_{нагр.ср} = \frac{1,91 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 1000 \cdot 10} = 0,046 m^3 / c$$

Принимаем конденсатор Т-600R с площадью поверхности теплообмена $1,31 m^2$. Габаритные размеры конденсатора: длина — 1888 мм, ширина — 919 мм, высота — 632 мм.

Подбор испарителя.

Температура воздуха в камере равна $29^{\circ}C$. Тепловой поток в испарителе, определенный тепловым расчетом с учетом потерь

$$Q_{и1} = 1,28 \cdot 10^3 \text{ Вт.}$$

Температура кипения t_k хладагента принимаем на $15^{\circ}C$ ниже температуры в камере, выходящего из испарителя:

$$t_k = -29 - 15 = -44^{\circ}C$$

Площадь F , m^2 теплопередающей поверхности испарителя определяем по формуле:

$$F = \frac{Q_{и1}}{k\Delta t_{и1}} \quad (18)$$

где k — коэффициент теплопередачи испарителя, $\frac{Вт \cdot К}{m^2}$; $\Delta t_{и1}$ — средняя разность температур между температурой окружающей среды и температурой кипящего хладагента в испарителе.

$$F = \frac{1,28 \cdot 10^3}{800 \cdot 15} = 0,107 m^2$$

Принимаем испаритель S-2 с площадью поверхности охлаждения $0,11 m^2$.

Габаритные размеры испарителя: длина — 760 мм, ширина — 1000 мм, высота — 200 мм.

Объёмный расход \dot{V}_{pc} , m^3/c хладагента определяется по формуле:

$$\dot{V}_{pc} = \frac{Q_{и1}}{C_{pc} \rho_{pc} \Delta t} \quad (19)$$

где \dot{V}_{pc} — расход хладонотителя, m^3/c ; $Q_{и1}$ — тепловой поток в испарителе, Вт; C_{pc} — удельная теплоемкость хладонотителя при средней рабочей температуре, Дж/(кг·К); ρ_{pc} — плотность хладагента, кг/ m^3 ; Δt — разность температур хладагента на входе в испаритель и на выходе из него, К.

$$\dot{V}_{pc} = \frac{1,28 \cdot 10^3}{2,99 \cdot 760 \cdot 3} = 0,188 m^3 / c$$

Принимаем один испаритель S-2, с двумя вентиляторами.

Выводы.

В результате выполненного расчета теплопритоков, проводится сравнение между расчетом в первом приближении и расчетом по программе Tble. В варианте первого приближения суммарные теплопритоки: $Q_{\Sigma} = 1,59 \cdot 10^3 \text{ Вт}$, а по

программе Tble получили: $Q_{\Sigma} = 1,65 \cdot 10^3 \text{ Вт}$, погрешность в вычислениях можно обусловить не учтенными малыми потерями теплопритоков.

Выполнен расчет для подбора холодильной установки авторефрижератора, проведено сравнение между элементарным расчетом и расчетом по программе TernoKing. Погрешность в расчетах составляет не более 10%.

По основным исследуемым параметрам, таким как температура перевозимого продукта, температура окружающей среды подбирается холодильная установка T-600R с холодопроизводительностью $2,5 \cdot 10^3 \text{ Вт}$.

Литература:

1. Доссат Рой Дж. Основы холодильной техники. Пер с англ. — М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1984. — 520 с.
2. Нащокин, В. В. Техническая термодинамика и теплопередача: Учеб. Пособие для вузов. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Высш.школа, 1980. — 469 с.
3. Кругляк, И. Н. Бытовые холодильники (устройство и ремонт). Учеб. пособ. М., Легкая индустрия, 1974, 205 с.

Эффективность съёма энергии солнца в системе солнечный коллектор — солнечная панель

Гафаров Артур Айратович, магистрант;
Сморозин Георгий Сергеевич, ассистент;
Копейкин Денис Андреевич, магистрант
Омский государственный технический университет

Ежегодно в России наблюдается рост потребления электроэнергии, а это значит, что необходимо использовать новые ресурсы энергии, пополнение запасов которых не имеет необходимости. Одним из этих ресурсов является использование энергии солнца, которая является одной из самых перспективных направлений использования нетрадиционной энергетики, использование которого предполагает применение солнечной энергии в солнечных коллекторах для обогрева, горячего водоснабжения и солнечных панелях для электроснабжения. Именно поэтому актуальным решением вопроса было бы использование солнечных батарей, коллекторов и панелей. Еще одна особенность данного вида энергии от самых популярных и используемых видов энергии, таких как газ, нефть, уголь. Это то, что солнечная энергетика не загрязняет окружающую среду и является легкодоступной энергией. На рисунке 1 изображена продолжительность солнечного сияния на территории России.

Компоненты солнечной энергетике имеют широкий спектр применения, как в бытовой отрасли, так и во многих других отраслях (в промышленной деятельности, в отрасли исследования космоса, в агропромышленном комплексе, в автономных системах освещения и видеонаблюдения, на солнечных электростанциях и подстанциях, строительной деятельности и др.) [1].

По данным исследования Московского института энергетике теоретический потенциал солнечной энергетике в Российской Федерации составляет более 2350 миллиардов тонн условного топлива, не менее плохой показатель и у экономического потенциала страны — более 12,5

миллионов тонн условного топлива. Мощность солнца, поступающая на территорию Российской Федерации за несколько дней настолько огромна, что может сравниться с годовым доходом электроэнергии в стране.

Еще одной особенностью солнечной энергии можно выделить расположенность нашей страны, которая находится на широте между 40—83 градусов северной широты. Что говорит о хорошем уровне солнечной активности от 800 до 1450 кВт-час/м², в год начиная с северных и заканчивая южными широтами. Так же на уровень солнечной активности заметно оказывает влияние время года (сезонные перепады). Такие перепады солнечной активности могут варьировать от 1.7 до 11.4 кВтч*м², в самые жаркие дни на широте 55—58 градусов.

В России потенциал всех возобновляемых источников энергии огромен, в том числе и фотовольтаики. На ее карте есть много районов со среднегодовым приходом солнечной радиации до 5 кВтч*м², что соизмеримо с югом Германии и северной частью Испании — стран лидеров внедрения фотовольтаики. При этом высокая инсоляция существует не на одном Северном Кавказе, но на юге Сибири и Дальнем Востоке.

Огромным показателем солнечной активности обладают на юго-западе страны:

1. Северный Кавказ (Дагестан), где находится одна из самых крупных станций по переработке солнечной энергии в России. Общая мощность такой станции доходит до 5000 кВт.
2. Районы Каспийского и Черного моря (где солнце светит почти круглый год).

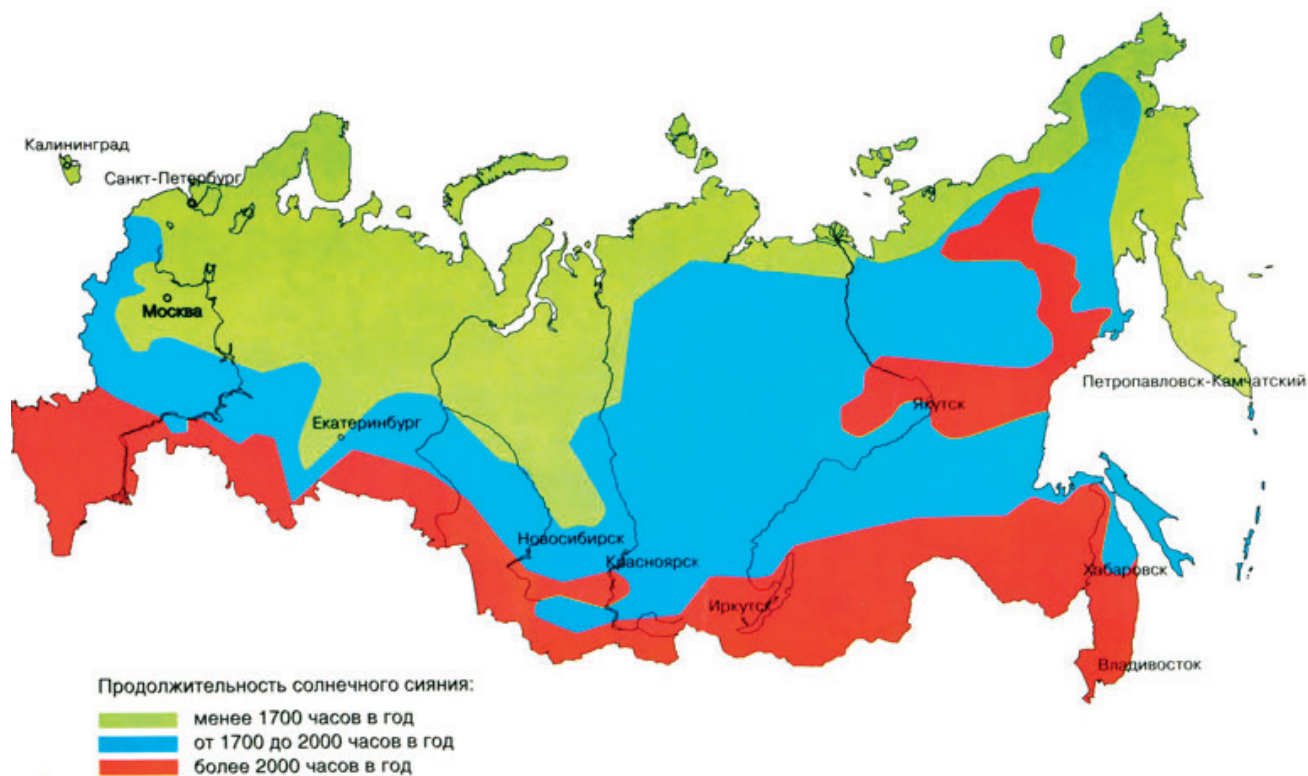


Рис. 1. Продолжительность солнечного сияния на территории России

Очень большой солнечной активностью обладают в Южной Сибири и на Дальнем Востоке, где необходимы инвестиции на развитие данной отрасли.

Очень ценные и наиболее подходящие регионы для развития и использования солнечного излучения представлены чуть ниже:

- Ставропольский край;
- Калмыкия;
- Приморье;
- Ростовская область;
- Краснодарский край;
- Астраханская область;
- Алтайский край;
- Читинская область;
- Волгоградская область;
- Бурятия;
- Иркутск;
- Якутия-Саха [2].

Солнечная активность в представленном списке вполне соответствует для внедрения и разработки солнечного излучения, поскольку уровень солнечной активности выше 1300 кВт-час/м².

Российская Федерация имеет на сегодня лучшие передовые технологии по преобразованию солнечной активности в электроэнергию, которые вполне соответствуют мировым показателям.

Законодательная база РФ тоже не стоит на месте. Сфера развития солнечной энергетики мало кого оставляет равнодушным, но пока находится на стадии усовершенствования (начальной ступени).

Перечислим начальные законопроекты, которые уже вступили в силу:

1. 3 июля 2008 года: Постановление Правительства № 426 «О квалификации генерирующего объекта, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии».

2. 8 января 2009 года: Распоряжение Правительства РФ N 1-р «Об Основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 г».

3. Ноябрь 2012 года: Министерство Энергетики Российской Федерации «об установлении предельных величин капитальных затрат на возведение генерирующих объектов, функционирующих на основе возобновляемых источников энергии».

4. Февраль 2012 года: Министерство Энергетики Российской Федерации: «комплекс мер стимулирования производства электрической энергии генерирующими объектами, функционирующими на основе использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ)».

Так же утвердили части показателей возобновляемых источников энергии до 2,5% и 4,5% к 2015 и 2020 годам соответственно в уровне энергобаланса Российской Федерации.

Существуют различные важные факторы, которые влияют на расцветание отрасли возобновляемой солнечной энергии:

1. Влияние климата: добыча солнечной энергетики во многом связана с показателями солнечной активности ре-

гиона, что влияет на выбор определенной установки, которая лучше всего подойдет к выбранной местности.

2. Помощь государства: является, как правило, фундаментальной частью при больших, широкомасштабных проектах.

3. Цена солнечной фотоэлектрической установки: на сегодняшний день желает оставаться лучшим, так как данная установка одна из дорогостоящих инноваций, применяемых для получения электроэнергии.

Несмотря на это, ежегодно наблюдается падение стоимости одного кВт/час полученной энергии. Энергия солнца на возобновляемом ресурсе становится конкурентно способной.

С дальнейшим падением цены будет и расти сам спрос на стоимость СФЭУ. Открытие собственных заводов в стране по выпуску необходимого оборудования, поднятие собственного КПД и возможность пользования широким спектром предпринимателей и компаний (конкурентоспособности) поможет достичь максимума понижения цены 1 кВт/час мощности.

4. Экономия: реальное влияние на рынок солнечной энергетики окажет ужесточение норм надзора экологии (введение санкций, штрафов — при поддержке Правительства Российской Федерации).

5. Равномерность спроса и предложения на электроэнергию: реализация планов по внедрению СФУ различными крупными компаниями и организациями значительно поднимет предложение электроэнергии, и поможет улучшить заинтересованность на оптовом рынке. Но возможно данное действие может повысить спрос, что повлечет и рост стоимости.

6. Трудности подключения и развития установленных предприятий электроэнергии: еще одной альтернативой

для перехода к СФЭУ связаны промедления с осуществлением заявок на технологическое подключение к центральной системе электроснабжения. Данные проблемы связаны с малым финансированием, малой выработкой энергии, маленькой эффективностью предприятия.

7. Заинтересованность местных органов осуществления власти: реализовывать и организовывать различные программы и разработки возможно, как на уровне страны, так и на уровне местных законно представляющих и законно осуществляющих лиц. Различные идеи для реализации неисчерпаемого источника солнечной активности уже применяются во многих южных краях.

8. Возможность развития СФЭУ заинтересованными людьми: производство внутри страны СФЭУ поможет оказать благоприятное влияние на развитие российского производства потребления энергии солнца. Поскольку улучшится общие сведения для народа о применении солнечной активности и получением энергии внутри страны. Увеличится число потребителей, и снизится цена СФЭУ за счет уменьшения в цепи поставки энергии третьих лиц [3, 4].

Вывод. Ежегодно в России наблюдается рост потребления электроэнергии, а это значит, что необходимо использовать новые ресурсы энергии, одним из этих ресурсов является использование энергии солнца, которая является одной из самых перспективных направлений. В статье рассмотрена перспективность применения солнечной энергии в России, а также перечислены наиболее подходящие регионы для развития и использования солнечного излучения. Изложены основные факторы, благоприятно влияющие на развитие солнечной энергетики в стране.

Литература:

1. Умаров, Г. Я. Солнечная энергетика [Текст] / Г. Я. Умаров, А. А. Ершов. — М.: Знание. — 1974. — 63 с.
2. Ляшков, В. И. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] / В. И. Ляшков, С. Н. Кузьмин. — Тамбов: Издательство ТГТУ. — 2003. — 72 с.
3. Голицын, М. В. Альтернативные энергоносители [Текст] / М. В. Голицын, А. М. Голицын, Н. М. Пронина. — М.: Наука. — 2004. — 157 с.
4. Харченко, Н. В. Индивидуальные солнечные установки / Н. В. Харченко. — М.: Энергоатомиздат. — 1991. — 208 с.

Методы оценки информационной безопасности сетей телекоммуникаций

Джаббаров Шухрат Юлдашевич, кандидат технических наук, доцент;
Маткурбонов Дилшод Маткурбонович, ассистент;
Рахмонов Бунеджон Илхомжон угли, магистр
Ташкентский университет информационных технологий (Узбекистан)

В данной статье рассмотрены современное состояние и подходы к оценке информационной безопасности сетей телекоммуникации. Дан краткий анализ задач оценки информационной безопасности. Оценка информационной безопасности производится с целью проверки соответствия достигнутого уровня безопасности

заданному в нормативных документах. Представлены современные методические подходы к оценке информационной безопасности, в том числе на основе качественных и количественных подходов.

Ключевые слова: информационная безопасность, сети телекоммуникации, оценка информационной безопасности, риск информационной безопасности, количественная оценка риска

В последние годы в сфере связи и информатизации осуществляется большая работа по построению современных сетей телекоммуникаций, которые необходимо осуществлять с учетом требований безопасности их функционирования.

В основе формирования требований, определяющих необходимый уровень информационной безопасности, лежит анализ сетей как объектов оценки информационной безопасности.

Однако в настоящее время не существует общей методологии и конкретных методик оценки информационной безопасности сетей телекоммуникаций.

В связи с этим важным является анализ различных подходов к решению аналогичных задач в информационно-вычислительных системах, в которых накоплен опыт обеспечения комплексной безопасности, которая предполагает адекватность уровня затрат на её обеспечение, ценности информационных ресурсов и величине возможного ущерба.

В области оценки информационной безопасности в настоящее время развиваются два основных методических направления [3,4].

— первое направление основывается на использовании для оценки ИБ совокупности строго определенных требований, которым должны удовлетворять сети телекоммуникаций (качественные подходы).

— второе направление оценки информационной безопасности технологий телекоммуникаций основывается на определении числовых характеристик безопасности используемых технологий телекоммуникаций (количественные подходы).

При оценке информационной безопасности сетей телекоммуникаций вводится понятие риска R , под которым понимается вероятный ущерб, зависящий от защищенности сети.

Оценка рисков информационной безопасности сетей выполняется либо количественно (риск измеряется в денежных единицах), либо — качественно (по уровням риска: высокий, средний, низкий).

Двумя ключевыми элементами при оценке риска является определение последствий угроз, то есть оценка стоимости ущерба и вероятности его нанесения.

Качественный подход к оценке информационной безопасности сетей телекоммуникаций. Качественные методологии, используемые для оценки безопасности сетей, исходят из того, что зачастую потенциальные потери неосозаемы, поэтому риск в результате реализации той или иной угрозы ИБ нельзя представить в денежном выражении. При качественном подходе результаты риска выражаются словесно: от «нет опасности» до «очень большая опасность».

В настоящее время известно множество направлений качественной оценки рисков, большинство из которых построено на использовании таблиц. Такие методы сравнительно просты в использовании и достаточно эффективны. Однако не стоит говорить о «лучшем» методе, так как для различных случаев они будут разными. Важно из имеющегося многообразия методов выбрать именно тот, который обеспечивал бы воспроизводимые результаты для данной сети телекоммуникаций.

Некоторые качественные подходы оценивают результаты анализа риска ИБ сетей телекоммуникаций эффективнее всего, выражая его математически в виде скалярной величины с описанием условий для каждой точки. Другие подходы предлагают графическое изображение дерева решения, которое показывает распределение вероятностей самых общих случаев [1,2].

Однако ни одно из указанных направлений не способно в отдельности обеспечить получение объективной, оценки безопасности сети телекоммуникаций. Задача выбора эффективной критериальной основы оценки безопасности технологий телекоммуникаций заключается в определении рационального сочетания этих направлений и в правильном выборе показателей безопасности.

Пример, на основе которого можно определить уровень риска, приведен в таблице.

Таблица. Пример определения уровня риска информационной безопасности

Ущерб	Вероятность реализации угрозы				
	Очень низкая	Низкая	Средняя	Высокая	Очень высокая
Малый ущерб	Низкий риск	Низкий риск	Низкий риск	Средний риск	Средний риск
Умеренный ущерб	Низкий риск	Низкий риск	Средний риск	Средний риск	Высокий риск
Ущерб средней тяжести	Низкий риск	Средний риск	Средний риск	Средний риск	Высокий риск
Большой ущерб	Средний риск	Средний риск	Средний риск	Средний риск	Высокий риск
Критический ущерб	Средний риск	Высокий риск	Высокий риск	Высокий риск	Высокий риск

При использовании качественных шкал числовые значения заменяются на эквивалентные им понятийные уровни. Каждому понятийному уровню в этом случае будет соответствовать определённый интервал количественной шкалы оценки. Количество уровней может варьироваться в зависимости от применяемых методик оценки рисков.

Для разработки рационального плана обеспечения безопасности необходимо оценить и вероятность осуществления каждой угрозы безопасности. Общей целью большинства предложенных стратегий оценки риска является получение количественной оценки риска. В качестве наиболее приемлемого метода используется вычисление ожидаемой величины потерь для каждой угрозы в виде произведения:

$$V \cdot P,$$

где V — оценка угрозы в денежных единицах,

P — вероятность ее осуществления [1,2].

При этом целью применения мер противодействия является уменьшение риска: либо за счет уменьшения вероятности осуществления угрозы, либо за счет уменьшения эффекта воздействия угрозы. Мера противодействия считается разумной с экономической точки зрения, если ее эффективность, выраженная через уменьшение ожидаемого экономического ущерба, превышает затраты на ее реализацию. Одной из важных целей, которые пытаются достичь с помощью мер противодействия, является увеличение затрат на нарушение системы защиты до значения, которое превышает оценку злоумышленником достигаемого им выигрыша. В затраты злоумышленника нужно включить и необходимые ему ресурсы, такие как технические средства, специальные знания, время и возможности. Кроме того, существуют еще и затраты на штрафы, то есть злоумышленник должен учитывать возможность обнаружения его действий и связанные с этим экономические, персональные и социальные санкции.

Для определения уровня затрат, обеспечивающих требуемый уровень защищенности информации, необходимо по крайней мере определить, во-первых, полный перечень угроз информации, во-вторых, потенциальную опасность для информации каждой из угроз и, в-третьих, размеры затрат, необходимые для нейтрализации каждой из угроз.

Для количественной оценки рисков необходимо оценивать потери и стоимости потерь (распределение величины потерь), зависящую от стоимости информационных ресурсов. При оценке величины риска необходимо иметь в виду не только непосредственные расходы на замену оборудования или восстановление информации, но и величину ущерба, нанесенного процессам сетей телекоммуникаций, посредством которых они выполняют свои функции.

Классический количественный подход для оценки риска информационных потерь был разработан Наци-

ональным институтом стандартов и технологий (США) «Guidelines for Automated Data Processing Physical Security and Risk Management».

Согласно этому подходу:

Информационный актив \times Фактор подверженности воздействию \times Ежегодная частота проявления, = Ожидаемые ежегодные потери

где Информационный актив (Asset Value, AV) — сущность, составленная из аппаратного и программного обеспечения, накопленных и обрабатываемых данных. Измерять информационные активы можно, оценивая стоимости их разработки, лицензирования, поддержки и замены;

Фактор подверженности воздействию (Exposure Factor, EF) — процент потери, который могла бы принести реализованная угроза на определенном активе (когда определенная угроза совпадает с определенной уязвимостью);

Ожидаемые единоразовые потери (Single Loss Expectancy, SLE). Риск рассчитывается в денежных единицах. Для любой определенной угрозы, мы берем ценность подверженного ей актива и умножаем ее на фактор подверженности. В промежуточном итоге получается ожидаемая при исполнении угрозы потеря, которая и называется ожиданием единичной потери:

$$SLE = EF \times AV \quad (1)$$

Ежегодная частота проявления (Annual Rate of Occurrence, ARO) — ожидаемое количество проявлений угрозы по отношению к определенному активу: чем больше риск, относящийся к угрозе, тем выше ее значение.

Ожидаемые ежегодные потери (Annual Loss Expectancy, ALE).

В итоге можно посчитать ожидаемые за год финансовые потери актива от одной определенной угрозы:

$$ALE = SLE \times ARO. \quad (2)$$

Таким образом, получают несложные для использования метрики и формулы для количественной оценки рисков, которые могут быть успешно использованы специалистами, на которых возложено управление рисками.

Основной трудностью практической реализации оценки риска при обеспечении информационной безопасности становится получение исходных данных, необходимых для количественной оценки рисков.

Анализ рассмотренных методик показывает, что для выбора технических средств обеспечения информационной безопасности необходимо располагать достаточно представительными данными по угрозам безопасности и их последствиям.

В связи с этим важной задачей является организация сбора и анализа информации о воздействиях угроз и их последствиях, охватывающего большое число объектов различных сетей.

Литература:

1. Dang Depeng, Meng Zhen. Assessment of information security risk by support vector machine. Journal of Huazhong University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2010, 3 (38), p.46–49
2. Джураев, Р.Х., Шомаксудов, Б. Ю. Анализ методов обеспечения целостности информации в сетях передачи данных // Труды ICEIC-2008. Ташкент: 24–27 июня, 2008, с. 304–306.
3. Новиков, А.А., Устинов, Г.Н. Уязвимость и информационная безопасность телекоммуникационных технологий: Учебное пособие для вузов. — М.: Радио и связь, 2003. — 296 с.
4. Петренко, С.А., Симонов, С.В. Управление информационными рисками, экономически оправданная безопасность. М.: АйТи: ДМК Пресс, 2004. — 392 с.

Подрезка корней как способ формирования компактной корневой системы при выращивании крупномерного посадочного материала

Дручинин Денис Юрьевич, кандидат технических наук, доцент;
Драпалюк Михаил Валентинович, доктор технических наук, профессор;
Миляев Андрей Сергеевич, студент

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова

Рассмотрены особенности выполнения подрезки корней как способа формирования компактной корневой системы крупномерного посадочного материала, выращиваемого в лесных питомниках, с целью минимизации ее повреждений при выкопке растений. Представлены конструкции корнеподрезчиков для выполнения данной технологической операции.

Ключевые слова: крупномерный посадочный материал, выкопка посадочного материала, корневая система, подрезка корней, корнеподрезчик

В настоящее время при выполнении лесокультурных, лесовосстановительных и озеленительных работ на основе эколого-и ресурсосберегающей технологий в производственных масштабах используется крупномерный посадочный материал, пересаживаемый с почвенным комом, в связи с его определенными преимуществами перед обычными видами сеянцев и саженцев [1, 2].

Качество посадочного материала играет важную роль при выполнении обозначенных работ. Быстрая приживаемость пересаживаемых саженцев на новом месте зависит от их сохранности: чем меньше при пересадке повреждений корневой системы, тем лучше в последующем корни смогут обеспечить питание наземной части.

В работе [3] на основе информации об особенностях залегания корневых систем основных лесобразующих пород 3–7 летнего возраста в почвенных горизонтах, которые произрастают под пологом леса, установлено, что рациональная величина заглубления рабочего органа выкопчных орудий, когда при выкопке растения сохраняется около 50% физиологически активных корней, позволяющих обеспечить хорошую приживаемость и активное последующее развитие надземной части растения, составляет до 40 см. Ширина рабочего органа находится в рациональных пределах от 60 до 80 см.

В случае использования в качестве крупномерного посадочного материала культуры из питомника без их пере-

садки из посевного отделения в школьное (без перешколивания) актуальной является задача формирования компактной корневой системы сеянцев с целью минимизации ее повреждений при последующей выкопке [4].

Процесс формирования мочковатой корневой системы, хорошо сохраняющейся при выкопке, должен обеспечить качественное перерезание корней с ровным срезом без их смятия, разрывов и размочаливания.

Учеными отмечается, что размеры корневых систем растений уже в первые годы роста значительно превышают практикуемую глубину выкопки посадочного материала (20...30 см), что ведет к неизбежной потере части корневой системы, т.е. к нарушению гармоничного развития всех органов посадочного материала [5]. С учетом этого рекомендуемая глубина подрезки корней должна быть меньше глубины последующей выкопки.

В работе [6] отмечается, что обязательным элементом в технологическом процессе выращивания крупномерных сеянцев без перешколивания, с целью образования компактной и хорошо развитой корневой системы, является корнеподрезка: у ели — боковая вертикальная, у сосны — горизонтальная. Авторами установлено, что при 4-летнем выращивании сеянцев ели подрезку корней целесообразно проводить на 3-й год в середине вегетационного периода, после окончания прироста в высоту. В этом случае отношение массы тонких корней к массе

хвои у 4-летних сеянцев составляет не менее 1:4, тогда как без подрезки — 1:7 и ниже.

Мелешин П.И. также отмечает подрезку корней как эффективный способ улучшения качества посадочного материала при выращивании крупномерных растений в школьном отделении лесного питомника. Саженцы ели в возрасте 4...5 лет, компактная корневая система которых сформирована четырехсторонней подрезкой боковых корней за год до посадки в радиусе 5...15 см от стволика, показывали более высокую приживаемость и успешный рост, чем саженцы с неподрезанными корнями.

Результаты, полученные Макаровым В.А. и Шаховой К.И., показывают, что подрезка боковых корней саженцев ели на расстоянии 10 см от корневой шейки способствовала формированию компактной корневой системы, сбалансированной по массе с надземной частью, что является биологической предпосылкой для успешной приживаемости посадочного материала на лесокультурной площади.

В лесных питомниках Венгрии применили выращивание крупномерного посадочного материала сосны без перешколивания. При этом подрезка корней однолетних сеянцев на глубине 4 см обеспечила получение развитых растений с мочковатой корневой системой.

Опыты по подрезке боковых корней, проведенные в Канаде, показали, что наиболее компактные и хорошо развитые корневые системы у дугласовой пихты формируются при подрезке главного корня 1-летних сеянцев на глубине 15 см и подрезке боковых корней на глубине 22 см [5].

Таким образом, на основе оценки отечественного и зарубежного лесоводственного опыта можно отметить, что подрезка корней сеянцев и саженцев позволяет сформировать у крупномерного посадочного материала компактную и хорошо развитую корневую систему, которая при последующей выкопке с почвенным комом минимально повреждается, тем самым обеспечивая высокую

приживаемость растений на месте постоянного произрастания.

Подрезка корней посадочного материала в лесных питомниках в настоящее время производится различными орудиями.

В качестве примера можно привести корнеподрезчик управляемый КНУ-1,2, агрегируемый с тракторами класса тяги 0,9 и 1,4 [7].

Орудие снабжено гидравлическим механизмом управления для корректировки положения рабочих органов относительно посевных строчек путём перемещения машины в поперечном направлении вправо или влево от продольной оси на 10 см. Управляет корнеподрезчиком оператор, находящийся на машине.

Приспособление для подрезки корней ППК-1,2 используется при выращивании крупномерных сеянцев хвойных пород без перешколивания. Машина представляет собой прямоугольную конструкцию, состоящую из двух вертикальных ножей-стоек, соединённых между собой горизонтальным ножом, который устанавливается вместо штатного рабочего органа (выкопчного лемеха) на скобу НВС-1,2 [7].

Корнеподрезчик КН-1,2А предназначен для подрезки стержневых и боковых корней сеянцев хвойных и лиственных пород [5, 7]. Агрегируется с тракторами МТЗ-80, МТЗ-82. Орудие имеет активный рабочий орган — скобу, которая совершает колебательное движение во время работы (рисунок 3).

Анализ состояния механизации подрезки корней с целью формирования компактной мочковатой корневой системы при выращивании крупномерного посадочного материала в лесных питомниках показывает, что для механизации данной технологической операции используются специальные орудия — корнеподрезчики. В настоящее время учеными и работниками лесохозяйственного производства отмечается эффективность использования в конструкции данных технических средств рабочих ор-



Рис. 1. Корнеподрезчик КНУ-1,2



Рис. 2. Приспособление для подрезки корней ППК-1,2



Рис. 3. Корнеподрезчик КН-1,2А

ганов с активным приводом. Активные рабочие органы выполняют перерезание корней со скольжением, что по-

вышает качество их среза и снижает тяговое сопротивление корнеподрезающих орудий.

Литература:

1. Дручинин, Д. Ю., Драпалюк М. В. Концепция создания технического средства для использования посадочного материала с комом почвы при озеленительных и лесовосстановительных работах // *Агроресомелиорация в 21 веке: состояние, проблемы, перспективы. Фундаментальные и прикладные исследования материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов.* — Волгоград: ФГБНУ «ВНИ-АЛМИ», 2015. — с. 83–87.
2. Платонова, М. А., Драпалюк М. В. Математическая модель управления вибрационным процессом подрезания корней саженцев лесных культур // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.* — 2011. — № 74 (10). — с. 47–61.
3. Дручинин, Д. Ю., Драпалюк М. В. Зависимость размеров рабочего органа выкопчного орудия от морфометрических особенностей корневых систем выкапываемых растений // *Resources and technology.* — 2015. — № 2. — с. 109–119.
4. Цыпук, А. М., Эгипти А. Э. Подрезчик корней горизонтальный для лесных питомников // *Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки.* — 2012. — № 2. — с. 81–84.
5. Овчинников, Ф. М., Харинский М. И. Технология и механизация подрезки корней растущих сеянцев. — Обзор. инф. — М.: ЦБНТИлесхоза, 1980. — 24 с.

6. Казаков, В. И., Проказин Н. Е., Лобанова Е. Н. Технология и машины для выращивания семян хвойных пород без перешколивания // Лесохозяйственная информация. — 2012. — № 2. — с. 41–47.
7. Коломинава, М. В. Технология и машины лесовосстановительных работ. Часть 2. Лесные питомники. — метод. указания. — Ухта: УГТУ, 2015. — 60 с.

Разработка программы калькулятор в программном пакете QT

Емельянова Дарья Константиновна, студент;

Максимова Анна Михайловна, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

Ключевые слова: объектно-ориентированное программирование, QT, классы, калькулятор

Людям, делающим свои первые шаги в объектно-ориентированное программирование, полезно и крайне удобно делать это в программном пакете QT. В этой статье будет рассмотрена работа в QT на примере простейшего проекта — «Калькулятор».

QT — это кроссплатформенный фреймворк, который позволяет запустить программное обеспечение в любой операционной системе без изменения исходного кода. Также QT включает в себя множество полезных классов для работы с различными объектами, базами данных, графическим интерфейсом и многое другое, что сокращает объём работы. QT имеет множество и других полезных особенностей.

Проект калькулятор будет являться приложением QtWidgets, такой пункт и следует выбрать при создании проекта. После того как в диалоговом окне введены название проекта и путь, выбрать тип базового класса, который будет создан автоматически. Для проекта «Калькулятор» выберем тип QWidget, т.к. работа будет происходить непосредственно в главном окне, без использования строки меню, или панели инструментов, или всплывающих окон.

После создания проекта автоматически в нем будут созданы файлы: .cpp, файлы главной функции и базового класса, heder базового класса и ui-форма. Написание проекта начинается в ui-форме — это окно, в котором можно создать внешний вид нашего проекта.

В созданной ui-форме надо расположить в нужном порядке необходимые компоненты визуальной составляющей проекта. Выберем в окне слева поле для ввода/вывода информации QLineEdit и необходимое количество кнопок. Двойным нажатием на кнопку можно менять надпись на выбранной кнопке. Для калькулятора необходимо иметь кнопки с цифрами от 0 до 9, кнопки с простейшими операциями умножения, сложения, деления, вычитания, кнопки с такими операциями, как: возведение в степень, натуральный логарифм, синус и косинус, кнопка «=» для вывода результата операции и пара необходимых для любого калькулятора кнопок: стереть всё и стереть символ слева. Для того, чтобы код был понятным для любого пользователя, в свойствах любого объекта можно изме-

нить его стандартное имя на более подходящее, например: Button_answer вместо pushButton_9.

Перейдем к самой программе. В heder файле необходимо объявить две переменные типа double и перечисление Operation, содержащее имена операций. В файле.cpp опишем работу кнопок. Функции для описания работы кнопок по нажатию создаются после выполнения следующих действий: на ui-форме кликнуть ПКМ по нужной кнопке, во всплывающем окне выбрать «Перейти к слоту».. и выбрать сигнал clicked (). Функция для одной кнопки будет создана автоматически в файле calculator.cpp. Аналогичную операцию стоит провести со всеми имеющимися кнопками.

Стоит обратить внимание на разницу между оператором двойного двоеточия и точкой. Оператор двойного двоеточия отделяет имя класса от имени его члена или функции, а оператор точка отделяет имя экземпляра класса от имени его члена или функции.

Теперь опишем функции кнопок. Для кнопок с цифрами будем выводить в поле ввода/вывода информации цифру с кнопки. Вот пример функции для кнопки с единицей.

```
void Calculator::on_OneButton_clicked ()
{
    ui->lineEdit->insert («1»);
}
```

По нажатию на кнопки с простейшими арифметическими операциями, запишем в первую переменную типа double число, содержащееся в поле ввода/вывода информации, присвоим перечислению operation значение, соответствующее назначению кнопки и очистим поле ввода/вывода информации QLineEdit. Пример функции для кнопки с назначением сложения:

```
void Calculator::on_Button_plus_clicked ()
{
    A = ui->lineEdit->text ().toDouble ();
    operation = Sum;
    ui->lineEdit->clear ();
}
```

Как можно заметить, по нажатию на кнопку с операцией, пока не производит самого вычисления, это мы оставили кнопке вывода результата. В её функции пропишем присваивание значения второй переменной типа `double`, объявим новую переменную для записи результата и, используя оператор ветвления `switch`, пропишем операции для получения результата для каждого значения перечисления `operation`. Затем выведем полученный ответ.

```
void Calculator::on_Button_answer_clicked ()
{
    B = ui->lineEdit->text ().toDouble ();
    double C;
    switch (operation) {
    case Sum:
        C = A + B;
        break;
    case Sub:
        C = A — B;
        break;
    case Div:
        C = A / B;
        break;
    case Mult:
        C = A * B;
        break;
    }
    ui->lineEdit->setText (QString::number (C));
}
```

Литература:

1. Роберт Лафоре. Объектно-ориентированное программирование в C++. — 4-е изд. —: Питер, 2015. — 928 с..
2. Creating a Qt Widget Based Application // Qt. URL: <http://doc.qt.io/qtcreator/creator-writing-program.html> (дата обращения: 14.10.2016).

```
}
```

Для кнопок с операциями, не требующими второго числа, вычисление и вывод результата будут производиться сразу же. Читаем значение числа из поля ввода/вывода, рассчитываем квадрат, или логарифм, или синус или косинус, и сразу выводим на `LineEdit`. Это не сложно и аналогично предыдущим функциям, поэтому пример приводить не буду. Обработка нажатия на кнопку `Clear` — самое элементарное, а вот `Delete` поинтереснее. Для того, чтобы удалить в поле ввода/вывода один элемент, понадобится считать, имеющееся число как строку, удалить в нём один элемент и записать обратно.

```
void Calculator::on_Button_Del_clicked ()
{
    QString str = ui->lineEdit->text ();
    str.chop (1);
    ui->lineEdit->setText (str);
}
```

В современном мире существует множество кросс-платформенных инструментариев разработки. Вопрос выбора оптимального встает перед каждым человеком начинающим изучать программирование. Данная статья является показательным примером того, как просто и удобно работать в программном пакете `QT`, на примере программы «Калькулятор».

Волоконно-оптические системы передачи и интернет вещей

Жураева Гулчехра Хамидовна, ассистент;
Нурмухамедова Турсунуй Усмановна, ассистент
Ташкентский университет информационных технологий (Узбекистан)

В данной статье рассматривается волоконно-оптических систем передач и Интернет вещей в качестве одного из десяти направлений информационных технологий.

Ключевые слова: *IoE, IoNT, DWDM, ВОСП, ITU-T, ССОП, NGN, QoS*

Актуальность темы. Спрос на скоростные телекоммуникационные технологии стал очевидным, когда потребление мобильных данных с 6-ю миллиардами пользователей по прогнозам к 2016 году вырастает до 40 трлн. мегабайт. В результате сегодня телекоммуникационный мир работает с сетями передачи на скорости 100 G (100 Гбит/с).

Поэтому прогресс не стоит на месте и регулярно появляются сообщения о новых технологиях и достигнутых

скоростях передачи информации на телекоммуникационных магистральных. В основном прогресс связан с развитием технологии передачи информации по современным волоконно-оптическим кабелям. Отсюда основой современных первичных телекоммуникационных сетей стала система оптической связи.

Постановка задачи. Создание оптических магистралей нового поколения, работающих на мультигига-

битных и терабитных скоростях, потребовало разработки новой сетевой технологии — уплотненного волнового мультиплексирования (Dense Wave Division Multiplexing, DWDM).

Решение задачи. В данной технологии волоконно-оптическая система передачи (ВОСП) передаёт информацию в оптическое волокно одновременно большим количеством световых волн-лямбд. При этом каждая волна представляет собой отдельный спектральный канал и несёт собственную информацию. Основными функциями электронного оборудования сети DWDM являются операции мультиплексирования и демultipлексирования. То есть происходит объединение различных волн в одном световом пучке, а затем выделение информации каждого спектрального канала из общего сигнала. Система передачи доставляет информацию до мест, где производится её адресная раздача. Основной характеристикой любой системы передачи является её полоса пропускания — непрерывный диапазон частот, для которого затухание не превышает заранее заданный предел. Ширина полосы пропускания в наибольшей степени влияет на пропускную способность системы передачи-максимально возможную скорость передачи данных в бит/сек., которая может быть достигнута в этой системе передачи. Если этот термин характеризует среду передачи, то он означает ширину полосы частот в герцах.

Особо следует отметить, что только технология DWDM выполняет операции мультиплексирования и коммутации световых сигналов без преобразования их в электрическую форму. Все другие типы технологий с использованием световых сигналов для передачи информации перед мультиплексированием и коммутированием преобразовывают их в электрические. Создание ВОСП DWDM потребовало разработки волоконно-оптических усилителей, непосредственно усиливающих световые сигналы в третьем окне прозрачности ОВ в диапазоне $\lambda=1528-1565$ нм, что соответствует частотному промежутку 192—196 ТГц. Вся современная линейка оборудования ВОСП строится по простой схеме 10 G — 40 G — 100 G — 400 G — 1T — ...

При передаче по ОВ двоичного цифрового сигнала со скоростью, например, 10 G или 10 Гбит/сек. требуется полоса пропускания ~ 30 ТГц, что составляет меньше одного процента от полосы пропускания, равной 4 ТГц. Поэтому и возник новый принцип построения ВОСП-СР, названный DWDM. Стандартом ITU-T установлены частотные планы, определяющие значения центральных частот спектральных каналов в линейном спектре ВОСП-СР с шагом в 100, 50, 25, 12.5 ТГц. Использование волновых (частотных) мультиплексоров на основе оптических многослойных усилителей, работающих в вышеуказанном частотном диапазоне, а также сокращение шага между волнами, например, до 50 ТГц и 25 ТГц, позволяет увеличивать количество одновременно передаваемых длин волн до 80—160, т.е. обеспечивает передачу трафика со скоростями 800 Гбит/сек-1.6 Тбит/сек в одном направлении

по одному ОВ. Появление оптических усилителей, работающих в вышеуказанном диапазоне, а также сокращение шага между волнами позволило Huawei в 2012 году создать первую в мире систему магистральной передачи 400G DWDM с пропускной способностью до 20 Тбит/сек. по одному волокну на расстояние до 1000 км без промежуточной электрической регенерации. Система обладает самой высокой эффективностью, поскольку использовала минимальный шаг в 12.5 ТГц. Согласно последним новостям, специалисты Эйндховенского технологического института (Нидерланды) и Центрального Флоридского университета (США) разработали ВОСП-СР с пропускной способностью до 255 Тбит/сек. При такой скорости информация в 1 гигабайт будет передана за 31 микросекунды, а 1 терабайт за 0.03 сек.

Развитие сетей связи общего пользования (ССОП) до 2010 года осуществлялось на базе концепции сетей связи следующего поколения (NGN), которая предусматривала эволюционный переход от сетей с коммутацией каналов к сетям с коммутацией пакетов. К 2010 году пропускная способность каналов связи приблизилась к насыщению как из-за увеличения вычислительных мощностей мобильных терминалов и вычислительной емкости, работающих в них приложений, так и из-за достижения максимально возможной эффективности использования радио спектра в технологиях LTE/LTE-A. Кардинальное увеличение пропускной способности сети можно было получить лишь за счёт расширения полосы частот, что и было сделано в технологии ВОСП DWDM. В NGN клиентская база — человек с его терминалом. Поэтому концепция NGN была рассчитана на обслуживание до нескольких миллиардов человек, с чем она прекрасно справляется.

С ростом пропускной способности сети в 1000 раз появилась новая возможность — возможность взаимодействия устройств между собой без участия человека. Теперь необходимость построить триллионную сеть, в которой клиентская база — вещи (устройства, приборы, базы данных и т.д.). Такая концепция получила название «Интернет вещей» (ИВ). Международный союз электросвязи (ITU-T) даёт следующее определение вещи: «Объекты физического мира (физические вещи) или информационного мира (виртуальные вещи), которые можно идентифицировать и интегрировать в сети связи» (Overview of Internet of Things, ITU-T, Geneva, 2012). Около 60 ти IT-компаний уже объединились для развития ИВ. Цель — разработка стандартов ИВ, чтобы устройства разных производителей могли передавать информацию друг другу. Уже в 2014 году техника, которая подключена к WWW могла передавать информацию другим устройствам и пользователям (холодильники, которые сообщают владельцу какие продукты скоро испортятся и что можно изготовить из оставшихся).

Выводы. Концепция ИВ — новый этап в развитии телекоммуникаций. Она требует изменить принципы построения сети, создать новые протоколы, исследовать

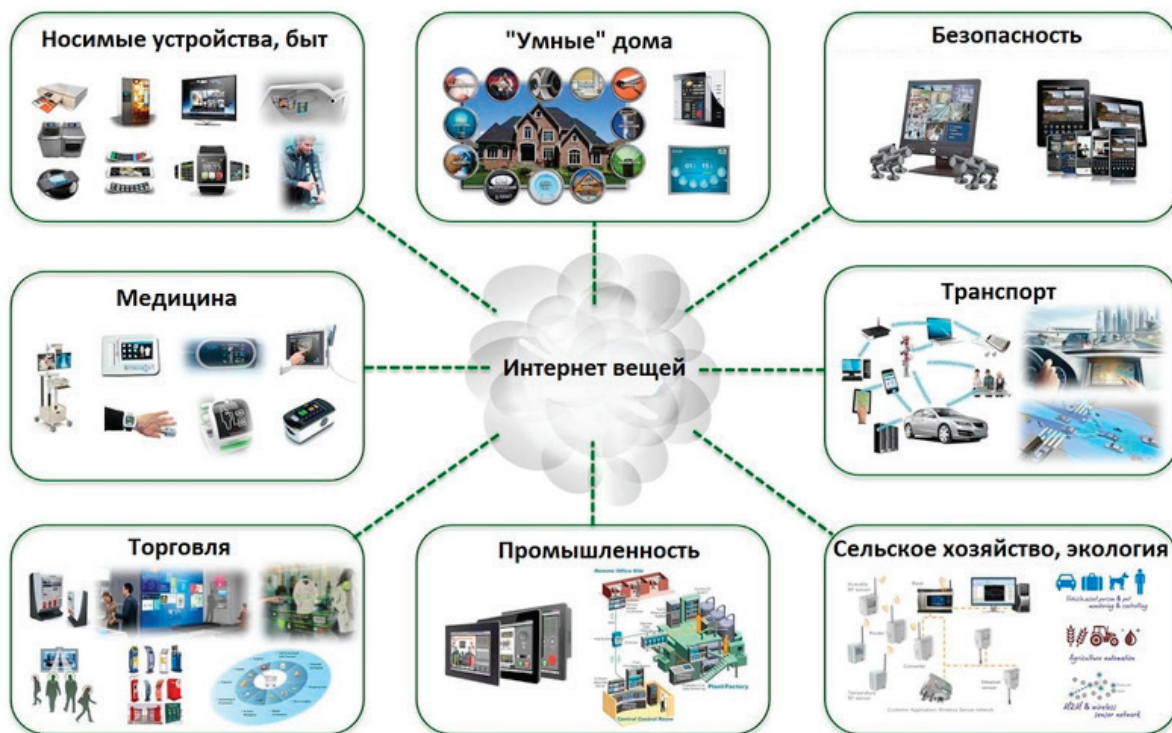


Рис. 1. Всеобщий Интернет (Internet of Everything, IoE)

новые модели трафика, искать новые алгоритмы маршрутизации, ввести дополнительные метрики QoS и т.п.

Фундаментальными характеристиками концепции ИВ в соответствии с рекомендациями ИУ-Т являются:

1. Связанность — возможность любой вещи быть связанной с глобальной инфокоммуникационной сетью.
2. Обеспечение вещей услугами.
3. Гетерогенность-вещи, построенные на различных аппаратных, программных платформах и сетях, смогут взаимодействовать друг с другом.
4. Динамические изменения, при которых статус вещей может изменяться: спящий-активный, связан сейчас с сетью — не связан, число вещей, их местоположение. Поэтому в каждый момент времени будут случайными число узлов и взаимосвязей между ними, но всё это происходит при помощи самоуправления и само конфигурации.

В настоящее время, «Интернет вещей» плавно переходит в «Интернет всего» или «Всеобщий Интернет» (Internet of Everything, IoE), другое название — «Всеобъемлющий Интернет». Всеобщий Интернет объединяет в себе не только неодушевленные предметы, но и людей, процессы и данные [2].

Примеры самоорганизующихся сетей:

- 1) всепроникающие сенсорные сети (USN);
- 2) сети для транспортных средств (VANET);
- 3) городские сети (NANET);
- 4) медицинские сети (MBAN).

Таким образом, ИВ становится самой перспективной технологией. Уже реализованы и реализуются проекты, как частными, так и госкомпаниями в сфере «умных» го-

родов, горнорудной и нефтяной промышленности, торговли, здравоохранения и т.п. В Чикаго в сентябре 2014 г. прошёл всемирный форум по ИВ, так как в этом городе широко используется ИВ, большие данные и различные датчики для создания новых городских услуг, обеспечения прозрачности операций, оповещения МЧС, управления уличным движением и освещением, графика снегоуборки, борьбы с грызунами.

По оценкам в 2017–20-х годах ожидается подключение к сетям связи 7 триллионов вещей (устройства, приборы, базы данных и т.д.) Согласно последним данным, корпорация Intel уже в этом 2015 году поступила к массовому производству продукции на базе 14-нм технологии, позволяющей создавать серверы, персональные компьютеры и решения для «Интернета вещей». В результате предельное число Nanocomputers and Swarm Intelligence вещей в сетях связи оценивается как 3000–5000 единиц в расчете на одного человека. А это порядка 50 триллионов вещей в сети. В связи с этим появилось новое понятие, Интернет nano вещей» IoNT — множество связанных беспроводной связью устройств, которые имеют выход на сети связи, и прежде всего, в Интернет. В результате 99% физических объектов станут частями единой сети [3].

Первичные телекоммуникационные сети при этом должны работать на мульти гигабитных и терабитных скоростях. Поэтому АК «Узбектелеком» совместно с японской корпорацией NEC ввели в эксплуатацию новую DWDM — линию с скоростью одной лямбды в 100 Гбит/с. В результате в несколько раз расширилась пропускная способность магистральных сетей передачи данных, что

обеспечило высокоскоростной доступ пользователям Узбекистана к интернет-услугам.

В DWDM-технологии используется новый метод мультиплексирования-информация в оптическом волокне пе-

редается одновременно большим количеством световых волн-лямбд. При этом каждая световая волна представляет собой отдельный спектральный канал и несёт собственную информацию.

Литература:

1. А. К. Кучерявый, Интернет вещей, электросвязь, № 1 (21) 2013 г.
2. http://www.bizhit.ru/index/trend_www_traffic/0-171
3. Transactions of the international scientific conference “Perspectives for the development of information technologies ITPA 2015” 4–5 November, 2015., «ICT and internet of things»

Innovative teaching methods in the teaching of radio engineering disciplines

Juraeva Gulchehra Hamidovna, assistant
Tashkent University of Information Technologies (Uzbekistan)

This article provided by the experience of the implementation of innovative forms of learning, which is used in the teaching of radio engineering disciplines. The paper reflects the innovative forms of learning that will allow teachers to more activate the cognitive activity of students.

Keywords: *interactive form of learning, an innovative form of training radio discipline, technical training, multimedia systems, interactive whiteboard, activation of cognitive activity, the effectiveness of the educational process*

This article provides information used in universities of innovative technologies in the teaching of radio disciplines. Currently, at the present stage of development of the modern student it is very important to the student to perceive the information to develop skills, motivation to learn and provides the development of radio engineering disciplines.

To the Law on Education, Article 14 of the Higher Education said: Higher education provides training of highly qualified specialists.

Training of specialists with higher education is carried out in higher education institutions (universities, academies, colleges and other educational institutions of high school) on the basis of secondary special and professional education. [1].

Scientific and technological progress and the external environment make modern enterprises become increasingly complex systems that require professional experts.

Solving these problems is largely dependent on the content of future specialists and learning technology in higher education, particularly the teaching of radio engineering disciplines. Application of innovative technologies in radio engineering disciplines allows to select the desired content and learning tools in accordance with the program, the requirements of modern production and the chosen specialty.

Modern teacher must be competent to know the latest advances in education and technology, and be able to motivate students. Develop students' right course of action, take into account the psychological and pedagogical features of the person. Recent advances in technology and science bring significant changes in the understanding of the role

and uses of information and communication technologies to be applied to the successful involvement of young people in the learning process and for effective, really useful extension of interest in the study of radio discipline. The use of technical training aids (TTA) and interactive forms of learning in the disciplines intensifies the radio transmission of information, expanding the illustrative material, creating problematic situations, organizes search operations trainee, strengthens the emotional background of learning, learning motivation forms, differentiates and individualizes educational process.

The lecture serves as the lead unit of the course, and is a method of presenting the bulk of theoretical material, ensuring the integrity and completeness of his perception of the audience. When reading lectures advisable carries binary or binary web lectures involving a lecturer and a top-level production. Very effective with the planned lectures errors. This form of organization of lectures attracts the attention of students throughout the class, because they have to look for errors teacher. Also very lectures use animation and video materials for visual viewing of the material, it is easier to digest. However lecture teaches to passive perception of the material being studied. In order to avoid direct students to effectively use the dialogue with the lecturers, for example, in a press conference format. During the lectures on radio engineering disciplines to increase interest and learning new material, used an innovative method of teaching using multimedia system — an interactive whiteboard (IW).

The most common form is considered to work in small groups consisting of 5–7 students in practical classes.

Groups are cases that they have to solve. Tasks are designed for 5–10 minutes, each student must thoroughly understand the solution of this problem. Students of the first to perform the work, helping others are lagging comrades, using the method of mutual learning. You can also use the NI Multisim virtual medium, LAB VIEW, Logic or Crocodile to create virtual layout of the task. [2].

When you design effectively use Internet resources, technology brainstorm and theory of inventive problem solving. During the quest, the students learn to look for material to work competently express their thoughts, listen to the interlocutor, to find several kinds of tasks solution, using technical means learning extends beyond the classroom; to make visible what cannot be seen with the tool less eye, to simulate any situation, discuss solutions and select the most optimal solution. [3].

In carrying out laboratory works on «electronics and circuit design» to the students of the following objectives: to define the TTL circuits and CMOS on LE 2I-NOT in small groups, students must study methodical material counterpart scheme on physical mock-ups, remove the measurement results, build schedule CVC and the transmission characteristics of the elements, perform a virtual laboratory, compares options schemes and graphics. To perform the work, students form, small group work in the team:

- Student collects № 1 — circuit TTL;
- Student collects № 2 — CMOS circuit;
- Student № 3-relieves both schemes of student;
- Student № 4 — plots the current-voltage characteristics for TTL circuits;
- Student № 5 — plots the current-voltage characteristics for the CMOS circuit;
- Student № 6 — works with virtual labs;
- Student № 7 — looking for materials according to the schemes in Internet resource.

The team works closely together, because if does not work, at least one unit of the result of the work will not be.

The essence of educational discussions is to exchange views on the solution to a specific problem. An important function of the discussion is the constant stimulation and borrowing student learning and cognitive activities, it contributes to the acquisition of new skills, as students are encouraged to come up with several ways to achieve the result. [4].

TTA advantages in technical disciplines:

- 1) have a strong emotional impact;
- 2) allow you to show a process or phenomenon in its development, dynamics;
- 3) cause multiple sensations (the world of sounds and colors);
- 4) provide a high emotional tone, and, as a rule, increased efficiency;
- 5) reduce the cost of the training time required.

The use of innovative teaching methods gives effective results in the educational process. It can be combined with each

other innovative technologies in science and technology. Every teacher of university has more than 20–25 of interactive teaching methods in the bank when working with students. It is not necessary to know all the interactive teaching methods. It is important to use the methods most commonly used by teachers using TTA.

Application TTA in the technical disciplines intensifies the transfer of information, expanding the illustrative material, creating problematic situations, organizes search operations trainee, strengthens the emotional background of learning, learning motivation forms, differentiates and individualizes educational process. [5].

TTA advantages in technical disciplines:

- 1) have a strong emotional impact;
- 2) allow you to show a process or phenomenon in its development, dynamics;
- 3) cause multiple sensations (the world of sounds and colors);
- 4) provide a high emotional tone, and, as a rule, increased efficiency;
- 5) reduce the cost of the training time required.

Didactic requirements for the preparation of studies with the use of modern means of training:

- 1) to analyze the objectives of the session, its content and the logic of the study material;
- 2) identify the main elements that should be learned by the student;
- 3) to determine at what stage and for what purpose it is necessary to use technical means of education;
- 4) select the optimal technical training;\
- 5) determine the methods and techniques by which the cognitive activity of students, formulate tasks will be ensured. Modern computers allow you to reach a wide variety of didactic purposes — they can be used to organize a demonstration of the studied object, phenomenon or process, check student's knowledge through a test, simulate the work of either the device in different states (including emergency), etc. [6].

Analysis of the results of studies with the use of innovative technologies shows that significantly increased:

- Interest in student discipline;
- Activation of students;
- Ability to work in a team;

Application of innovative technologies in the educational process necessary component of modern students. Working with interactive and innovative teacher technology achieves efficiency of development of educational material. It must be remembered that the cutting-edge TTA will not provide the desired effect if they are used clumsily, without the necessary methodological training and the development of teaching materials, in violation of the ergonomic and psycho-pedagogical requirements to unreasonable expansion of application areas.

Innovative teaching methods contribute to quality training of specialists who are able to widely apply their knowledge in the enterprises.

References:

1. В законе республики Узбекистан об образовании (Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан, 1997 г., № 9, ст. 225; 2013 г., № 41, ст. 543)
2. Арипов Х.К., Абдуллаев А.М., Алимова Н.Б., Бустанов Х.Х., Обьедков Е., Тошматов Ш. Электроника — Т.: Изд. «Фан ва технология», 2011.
3. Муслимова Н.А., ва б. «Инновацион таълим технологиялари» ўқув-методик қўлланма. — Т.: Низомий номидаги ТДПУ, 2015
4. Рўзиева Д., Усмонбоева М., Холикова З. “Интерфаол методлар: мохияти ва қўлланиши” ўқув-методик қўлланма. — Т.: Низомий номидаги ТДПУ, 2015
5. Арсеньева Е.С., Когосова Ю.П., Мецлер А.А., Томилина М.Е. “Опыт применения интерактивных форм обучения в процессе преподавания технических дисциплин” Концепт. — 2016. — № 02-ART16037
6. В.В. Гузеев А.Н. Дахин Н.В Кульбеда Н.В. Новожилова “Образовательная технология XXI века деятельность ценности успех” — М. Центр «Педагогический поиск», 2004. — 96 с.

Обзор основных типов ветрогенераторов и перспективы развития ветроэнергетики в России

Киселёв Богдан Юрьевич, ассистент;
 Киселёв Глеб Юрьевич, студент;
 Боева Лилия Викторовна, студент
 Омский государственный технический университет

В данной работе произведён обзор основных типов ветроустановок. Кратко описаны их принципы действия, так же описаны их достоинства и их недостатки. В статье говорится о состоянии ветроэнергетики как России так и в других странах. Затронут вопрос о новых достижениях в этой области. Так же говорится о перспективах развития данной отрасли энергетики у нас в стране.

Ключевые слова: ветрогенератор, ветроагрегат, ротор Савониуса, ротор Дарье

Применять силу ветра человечество начала еще очень давно: сначала это были паруса первых кораблей, затем ветряные мельницы. В наши дни люди научились превращать энергию ветра в электроэнергию при помощи оснащенных электрогенератором ветряных электростанций (ВЭС).

За рубежом электроэнергия, вырабатываемая на ВЭС, составляет значительную часть в объеме генерируемой электроэнергии. В Германии по состоянию на 2011 год мощность всех ВЭС составляла 18500 МВт, и ежегодно эта величина увеличивается на 500–800 МВт. В нашей стране альтернативная энергетика не так развита, но все же с каждым годом число ВЭС их мощность увеличивается, что дает надежду на расширение в РФ этого вида альтернативной энергетики.

Использование энергии ветра позволяет решить не только проблемы автономности энергоснабжения загородных домов и других объектов от централизованных систем электроснабжения, но и внести свой небольшой вклад в вопрос сохранения природы. [6]

Рассмотрим подробнее типы современных ВЭС, их конструкцию и принцип работы. Принцип работы ВЭС заключается в преобразовании механической энергии

колеса с лопастями, вращающегося под напором ветра, в электрическую энергию при помощи электрогенератора. На сегодняшний день наиболее распространенными являются ВЭС двух типов: крыльчатые (с горизонтальной осью вращения) и карусельные (с вертикальной осью вращения), хотя реже встречаются некоторые другие конструкционные варианты ВЭС.

Самый распространенный тип — ветрогенераторы с горизонтальной осью вращения. Они имеют более привычный вид, напоминающий старые мельницы Коэффициент использования энергии ветра у крыльчатых ВЭС, намного выше, чем у ВЭС других типов, поэтому они занимают более 90% рынка. Их недостатком является большой уровень шума. Так же их недостатком является зависимость их эффективности от направления ветра.

Максимальная эффективность ВЭС такого типа достигается, когда ветровой поток действует перпендикулярно плоскости вращения лопастей, поэтому конструкция предусматривает у малых ветрогенераторов хвостовое оперение, которое ориентирует систему по направлению ветра, у больших — ориентацией управляет электроника. Крыльчатые ВЭС небольшой мощности и посто-

янного тока соединяют с электрогенератором напрямую, а мощные станции оснащают редуктором.

Для ограничения частоты вращения ветроколеса при большой скорости ветра используется ряд методов, в том числе установка лопастей во флюгерное положение, использование клапанов, установленных на лопастях или вращающихся вместе с ними, а также устройства для вывода ветроколеса из-под ветра с помощью бокового плана, расположенного параллельно плоскости вращения колеса. [1]

К ветрогенераторам с вертикальной осью относятся всевозможные ортогональные, карусельные, или роторные. Роторных ветроустановок имеется несколько видов, названных по именам их изобретателей. Самый популярный представитель этого семейства — ротор Савониуса, — заметно отличается от «собратьев» простотой и КПД. Это два смещенных относительно друг друга полуцилиндра с небольшим (10–15% от диаметра лопасти) перекрытием. Обтекание ротора Савониуса ветровым потоком создает различные сопротивления на выпуклой и вогнутой частях устройства. За счет этого и возникает вращающий момент. Коэффициент использования ветра до 0,15.

Как известно, коэффициент использования энергии ветра парусом не может превышать 19,5%. [5] Теоретический предел в свободном потоке для идеального ветродвигателя составляет 59%, у хороших ветроколес он доходит до 42%. [5]

Преимуществом таких ветрогенераторов является высокий момент вращения, низкий уровень шума, широкий диапазон рабочих ветров, малая площадь установки. Ветрогенератор не нуждается в системе отслеживающей направление ветра. Отсутствует система по снятию напряжения, т.к. генератор не вращается.

К недостаткам относится низкая частота вращения (не более 400 об/мин), что предполагает использование многополюсных генераторов, которые не распространены, или использование всевозможных мультиплексов. К серьезным недостаткам этих ветрогенераторов можно отнести существенное изменение условий обтекания лопасти ветровым потоком за один период оборота ротора, которое повторяется циклически. Это вызывает усталость металла и приводит к механическому разрушению элементов конструкции и серьезным авариям. В настоящее время ветрогенераторы с ротором Савониуса выпускаются в диапазоне мощностей до 5 кВт. Ротор Савониуса, так же, часто комбинируют с ротором Дарье, для обеспечения более высоких пусковых моментов ротора Дарье. [2], [4].

Ротор Дарье представляет собой симметричную конструкцию, состоящую из двух и более аэродинамических крыльев, закреплённых на радиальных балках. Крыло ротора Дарье работает по принципу лопастного ветрогенератора. Коэффициент использования ветра до 0,35.

Преимущества [9]: Работа ротора Дарье не зависит от направления потока, характеризуется высоким коэф-

фициентом быстроходности при малых скоростях потока; относительно высокая выходная мощность — площадь ометаемая крыльями ротора может быть выполнена достаточно большой; менее шумные чем пропеллерные.

Недостатки: Плохой самозапуск; Значительные нагрузки на стойку, отсюда — низкая механическая прочность и, следовательно, — необходимость изготовления значительно более прочной (а значит и дорогостоящей) мачты; Высокая сложность изготовления (в несколько раз сложнее пропеллерного) — профиль крыльев должен быть выдержан с большой точностью; [2], [3], [8].

Помимо того, что ВЭС не наносит вреда природе, их также можно быстро установить там, где других источников энергии нет. Однако приходится констатировать, что работа ветроагрегатов сопровождается некоторыми неприятными явлениями. Главное из них — шум. На уровне оси ветроколеса в непосредственной близости от ВЭС мощностью 850 кВт уровень шума составляет 104 дБ. Система управления углом атаки способна уменьшить его, но очень незначительно. На расстоянии 300 м шум снижается до 42–45 дБ (на оживленной улице наши уши страдают больше). В «тесной» Европе на таком расстоянии от ближайшего жилья ВЭС уже ставят, в России же мы имеем возможность удалить их от застройки на 700–1000 м. Также вокруг ВЭС возникает опасный инфразвук частотой 6–7 Гц, вызывающий вибрацию. От него дребезжат стекла в окнах и посуда на полках. Кроме того, ВЭС могут затруднить прием телепередач.

На Западе проблемы, связанные с работой ВЭС, успешно решены еще в середине 1990-х годов. Выпуск лопастей для ветроагрегатов освоили лидер аэрокосмической отрасли — концерн НАСА и один из ведущих производителей самолетов — фирма «Боинг». Конструкторам удалось снизить уровень шума и вибраций подбором скорости вращения ветроколес и совершенствованием профилей лопастей. Был найден способ борьбы с еще одним недостатком ВЭУ: чтобы птицы не попадали под вращающиеся лопасти, ветроколеса стали ограждать сетчатым кожухом.

В современных ВЭС воплощено множество технических идей, отвечающих последним достижениям науки обеспечивающих эффективную и безопасную работу ВЭС. За состоянием ВЭС и режимами их работы следит бортовой компьютер, куда по модемным каналам поступает вся текущая информация.

В крупных энергосетях неравномерная подача энергии, присущая всем ветроагрегатам, уравнивается их большим количеством. Автономные сети мощностью 0,5–4 МВт тоже могут функционировать надежно, несмотря на неравномерность поступления энергии от ВЭС, если они работают в паре с дизелем. Для систем «ветро-дизель» европейские компании разработали компьютеризированное устройство, распределяющее нагрузку между ветроэнергетической установкой и дизелем. Уже есть оборудование, позволяющее всего за две секунды отключить дизель или вновь включить его в работу. Благодаря этому увеличивается ресурс дизелей и экономится до 67% топлива в год.

Капиталовложения в строительство больших ветропарков в Европе сегодня составляют 1000 долларов на 1 кВт установленной мощности. Себестоимость энергии — 3,5–3,8 цента за 1 кВт.ч (10 лет назад было 16 центов). При массовом строительстве ВЭС можно рассчитывать на то, что в дальнейшем цена одного киловатт-часа существенно снизится и окажется сравнимой со стоимостью электроэнергии, вырабатываемой ТЭС и ГЭС. В подтверждение этого аргумента говорит тот факт, что конструкции ВЭС постоянно совершенствуются.

Нет сомнения большие и малые ВЭС могли бы работать на огромных пространствах России высокоэффективно, ведь наша страна обладает мощным ветроэнергетическим потенциалом, оцениваемым в 40 млрд. кВт.ч электроэнергии в год. Такие районы, как Обская губа, Кольский полуостров, большая часть прибрежной полосы Дальнего Востока, по мировой классификации относятся

к самым ветреным зонам. Среднегодовая скорость ветра на высоте 50–80 м, где располагаются ветроагрегаты современных ВЭС, составляет 11–12 м/с. («золотым» порогом ветроэнергетики считается скорость ветра 5 м/с — это связано с окупаемостью станций.)

Например, в районе Владивостока. На островах близ Владивостока среднегодовая скорость ветра на высоте 150 м (50-метровая ВЭС на холме высотой 100 м) не бывает ниже 11 м/с (для континентальной Европы параметр недосягаемый).

Несмотря на благоприятные природные условия и большую привлекательность ветроэнергетики, у нас до сих пор нет ни огромных ветропарков, ни единичных ВЭС вокруг сельских поселков и дачных участков. Основная причина — отсутствие инвестиций.

Но путь у нас только один: приложить усилия и последовать примеру мировых лидеров ветроэнергетической отрасли. [7].

Литература:

1. Аккумуляторы, батареи и другие источники энергии. [Электронный ресурс] URL: <http://www.powerinfo.ru.html> (дата обращения 03.09.2016).
2. Альтернативные источники энергии. [Электронный ресурс] URL: <http://www.alternatesource.ru.html> (дата обращения 03.09.2016).
3. Альтернативная энергетика [Электронный ресурс] URL: <http://anyenergy.ru.html> (дата обращения 03.09.2016).
4. Ветроустановки. [Электронный ресурс] URL: <http://www.wetroenergetika.ru.html> (дата обращения 03.09.2016).
5. Колосов, П. Б. Ветрогирлянды. / П. Б. Колосов // Сайт «Малая энергетика» — М.2006.
6. Ветряная электростанция — еще один источник дешевой энергии. [Электронный ресурс] дата обновления: 20.07.2012. — URL: <http://realproducts.ru.html> (дата обращения: 03.09.2016).
7. Солоницын, А. А. Второе пришествие ветроэнергетики. / А. А. Солоницын // Сайт «Изобретатели». — М.2007. — 18 с.
8. [Электронный ресурс] URL: <http://vetrodvig.ru.html> (дата обращения 15.05.2014).
9. [Электронный ресурс] URL: <http://machinepedia.org.html> (дата обращения 15.05.2014).

Сравнительный анализ стандартов качества электрической энергии ГОСТ 13109–97 и ГОСТ 32144–2013

Киселёв Богдан Юрьевич, ассистент
Омский государственный технический университет

В статье затронуты проблемы стандартизации качества электрической энергии в России на данном этапе развития. Рассмотрены стандарты качества электрической энергии: утративший силу ГОСТ 13109–97 и относительно новый и ныне действующий ГОСТ 32144–2013. Проведён сравнительный анализ этих двух стандартов и описаны некоторые существенные отличия нового стандарта от старого.

Ключевые слова: качество электрической энергии, стандарт, показатели качества электрической энергии

«Энергетическая стратегия России на период до 2030 года», ставит одной из актуальных задач обеспечение надёжности, безопасности и управляемости электроэнергетических систем, с обязательным условием высокого

качества электрической энергии. Это в свою очередь, способствует увеличению актуальности вопросов, связанных со стандартизацией и нормативно правовым обеспечением вопросов качества электрической энергии.

Плохое качество электроэнергии приводит к ущербу, стоимость которого насчитывает миллиарды рублей в год. Среди отрицательных последствий низкого качества электроэнергии можно отметить следующие [1,2]:

- увеличение потерь электрической энергии
- сокращение срока службы изоляции электрооборудования,
- нарушение нормальной работы релейной защиты и автоматики,
- сбой в работе микропроцессорного оборудования,
- снижение устойчивости и надёжности систем электроснабжения,
- рост эксплуатационных издержек.

Начиная с 1967 года и до 2014 года основным нормативным документом, устанавливающим в России нормы на показатели качества электрической энергии и требования к контролю, методам и средствам измерений, осуществлял стандарт ГОСТ 13109 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» [3].

Далее с 1 января 2013 года в действие вступил новый ГОСТ Р 54149–2010, «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». Однако, из-за трудностей с выполнением новых требований и из-за отсутствия соответствующей приборной базы, данный стандарт был отменён. Было принято решение о продлении действия на территории Российской Федерации ГОСТ 13109–97 до 1 июля 2014 года [4].

С 1 июля 2014 года прекратил свое действие ГОСТ 13109–97 и введен приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 июля 2013 года № 400-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 32144–2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» (EN 50160:2010, NEQ) [5]. Этот стандарт разработан на основе применения ГОСТ Р 54149–2010.

Сравним действующий ГОСТ 32144–2013 по нормированию показателей качества электроэнергии и фундаментальный для нашей страны ГОСТ 13109–97, выделим их основные отличия.

Первое отличие на которое необходимо обратить внимание. В ГОСТ 32144–2013 изменён интервал времени, соответствующий расчетному интервалу времени на одну неделю. В то время как в ГОСТ 13109–97 для определения соответствия значений измеряемых показателей КЭ за исключением длительности провала напряжения, импульсного напряжения, коэффициента временного перенапряжения, нормам настоящего стандарта устанавливается минимальный интервал времени измерений, равный 24 ч, соответствующий расчетному периоду.

В ГОСТ 32144–2013 изменения характеристик электрической энергии разделены на две категории — продолжительные изменения характеристик напряжения и случайные события. Продолжительные изменения представляют собой длительные отклонения характеристик напряжения от номинальных значений и обусловлены изменениями нагрузки или влиянием нелинейных нагрузок. Применительно к ним в стандарте установлены показатели и нормы КЭ. Случайные события представляют собой внезапные и значительные изменения формы напряжения, приводящие к отклонению его параметров от номинальных и вызываемые непредсказуемыми событиями, к которым относятся прерывания и провалы напряжения, перенапряжения, импульсные напряжения. Для случайных событий приведены справочные данные.

Отличие от ГОСТ 13109–97 в ГОСТ Р 32144–2013 процедура проведения контроля производится на основе ГОСТ Р 51317.4.30–2008 и ГОСТ Р 51317.4.7–2008, что принципиально важно, т.к. при использовании в совокупности этих стандартов создается единая система требований к ведению контроля КЭ.

В ГОСТ Р 32144–2013 введены интергармонические составляющие напряжения, хотя ни каких ограничений по их отклонению пока нет, они находятся на стадии разработки.

ГОСТ 13109–97 — нормы установившегося отклонения напряжения отнесены к выводам электроприемников, которые присоединены, как правило, к сетям потребителей, на которые не распространяется сфера ответственности сетевой компании. ГОСТ 32144–2013 обязывает потребителя на своей стороне обеспечить условия, при которых отклонения напряжения питания на выводах ЭП не превышают установленных для них допустимых значений, если выполняются требования настоящего стандарта к КЭ в точке передачи электрической энергии. На потребителей также возлагается ответственность за обеспечение требуемого КЭ. Это согласуется с требованиями, чтобы поставщики электроэнергии несли ответственность за обеспечение КЭ, поставляемой потребителям, а изготовители электроустановок и электротехнического оборудования и потребители, приобретающие его, несли ответственность за то, чтобы указанное оборудование и установки при вводе в эксплуатацию не создавали недопустимых кондуктивных электромагнитных помех в сетях питания.

В новом стандарте есть отличия по времени интеграции показателей качества электроэнергии. Время интеграции показателей качества электрической энергии согласно с ГОСТ 51317.4.30–2008 составляет:

- 1) медленные отклонения напряжения — время интеграции 10 мин, вместо 1 мин в ГОСТ 13109–97.
- 2) несимметрия напряжения время интеграции 10 мин, вместо 3 с.
- 3) гармонические составляющие напряжения — время интеграции 10 мин вместо 3 с.

Для медленных отклонений напряжения убраны режимы наименьших и наибольших нагрузок и нормально допустимые значения. В стандарте указываются только предельно допустимые значения, определяемые границами $\pm 10\%$ от номинального напряжения.

Гармонические составляющие напряжения должны проводиться в соответствии с ГОСТ 51317.4.7–2008.

Вместо коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения, в ГОСТ 32144–2013 несинусоидальность напряжения характеризуется суммарным коэффициентом гармонических составляющих.

В соответствии с ГОСТ Р 51317.4.30–2008 непосредственно в сам ГОСТ Р 54149–2010 введено понятие маркирования данных для следующих категорий событий: отклонение частоты; „медленные изменения напряжения;

„ фликер; несимметрия напряжений; „ гармонические составляющие напряжения. При этом маркированные данные не должны учитываться при подготовке протоколов измерений. Маркирование данных позволяет не фиксировать одно и то же событие КЭ в нескольких категориях одновременно.

В общем можно сказать, что произошло некоторое ужесточение требований к ПКЭ это в свою очередь привело к тому, что средства измерения показателей качества электрической энергии, что существовали до введение данного ГОСТ не удовлетворят новым требованиям. Это в свою очередь способствует росту необходимости создавать новые средства измерения показателей качества электрической энергии, которые будут соответствовать новым стандартам.

Литература:

1. Вопросы моделирования устройств обеспечения качества электрической энергии / А. Г. Лютаревич, В. Н. Горюнов, С. Ю. Долингер, К. В. Хацевский // Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. — 2013. — № 1 (117). — с. 168–173.
2. Горюнов, В. Н. Расчет потерь мощности от влияния высших гармоник / В. Н. Горюнов, Д. С. Осипов, А. Г. Лютаревич // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. — 2009. — № 2. — С. 268–273.
3. ГОСТ 13109–97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. — Введ. 1999.01.01. — М.: Изд-во стандартов, 1998. — 32 с.
4. О продлении действия на территории Российской Федерации ГОСТ 13109–97: приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) [от 25 октября 2012 года № 565-ст]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/902377181> (дата обращения: 02.10.2016).
5. ГОСТ 32144–2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. — Введ. 2014.07.01. — М.: Стандартинформ, 2013. — 10 с.

Показатели и модели реализации качества обслуживания

Согай Галина Давыдовна, кандидат технических наук, доцент;
Кисина Мира Каиржановна, магистрант
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

Стремительное развитие широкополосного доступа в сеть Интернет, связанное с активным сетей, способствовало значительному улучшению качества предоставляемых услуг. Рост популярности Интернет услуг неизбежно приводит к появлению в сети всё новых и новых видов сервисов и приложений, каждое из которых выдвигает свои требования к параметрам сети (задержкам, скоростям передачи данных и т.д.). Как следствие, происходит постоянный рост объема информации в сети. Так как это происходит в рамках имеющихся возможностей конкретной системы, оператор вынужден заново продумывать подходы к управлению трафиком.

В настоящее время оптическое волокно является основным материалом, используемым при прокладке

новых каналов передачи данных. Данные каналы связи обладают существенными преимуществами перед своими коаксиальными аналогами, одним из которых является мультисервисность. За счет использования разных длин оптических волн, по одному оптическому волокну могут передаваться разные потоки данных. Более того зачастую информация от разных типов источников передается как один IP поток пакетов. При создании сети с комбинированными функциями необходимо гарантировать необходимый уровень сервиса для каждого приложения. Как показывает текущее состояние сети Интернет, обработка всего трафика на равных правах приводит к серьезным проблемам, особенно при ограниченной пропускной способности.

Некоторые приложения требуют быстрой реакции сети. Поэтому возникла необходимость гарантировать время реакции, пропускную способность сети и другие параметры. Такая технология была разработана и получила название «Качество обслуживания» (Quality of Service, QoS). [1, с. 17]

Качество обслуживания использует распределение по категориям и назначение приоритетов трафикам, что позволяет гарантировать данным с большим приоритетом лучшие условия передачи через сетевую магистраль, вне зависимости от требований к пропускной способности потоков менее важных приложений. Более подробно о приоритизации трафика будет описано в главах 3 и 4. Технология качества обслуживания может применяться для определения стоимости услуг многосервисной сети. Качество обслуживания позволяет связать стоимость сетевых услуг с сетевой производительностью. Термин «Качество обслуживания» часто используется как синоним управления трафиком. Отсутствие контроля над деятельностью пользователей в сети может вызвать с их стороны запросы на использования наивысшего уровня качества обслуживания, что приведет к чрезмерной нагрузке на сеть и к возникновению перегрузок. Поэтому чрезвычайно важно распределить доступные сервисы между пользователями. Одним из подходов к контролю использования сетевых ресурсов является введение оплаты предоставляемого качества обслуживания или другие «рыночные» методы. В этом случае каждый пользователь должен будет заплатить за предоставляемый ему уровень обслуживания. Тариф может привязываться либо к пользователю, либо к рабочему месту. Выработка соглашения «администрация сети — пользователи сети» позволит более гибко использовать и управлять существующими сетевыми ресурсами организации. Такая схема позволит гарантировать, что пользователи получают именно то, за что они заплатили. В настоящее время вместе с планомерным увеличением скоростей передачи данных в телекоммуникациях увеличивается доля интерактивного трафика, крайне чувствительного к параметрам среды транспортировки. Сети с коммутацией пакетов на основе протокола IP не обеспечивают гарантированной пропускной способности, поскольку не гарантируют доставку. Транспортные протоколы стека TCP/IP, функционирующие поверх протокола IP, не обеспечивают высокого качества обслуживания трафика, чувствительного к задержкам. Протокол TCP, хоть и гарантирует достоверную доставку информации, но переносит ее с непредсказуемыми задержками. Протокол UDP, который, как правило, используется для переноса информации в реальном времени, обеспечивает меньшее, по сравнению с протоколом TCP, время задержки, но, как и протокол IP, не содержит никаких механизмов обеспечения качества обслуживания. Для этого необходимо обеспечить механизмы, по которым в периоды перегрузки пакеты с информацией, чувствительной к задержкам, не будут простаивать в очередях или получать более высокий приоритет, чем пакеты с информацией, не чувствительной к задержкам. Для этой цели в сети

должны быть реализованы механизмы, гарантирующие требуемое качество обслуживания. С учетом этого, задача обеспечения качества обслуживания становится наиболее актуальной. QoS — способность обеспечить доступность необходимых ресурсов сети некоторому сервису в соответствии с заданными требованиями. [3, с. 32]

Существует три модели реализации QoS: наилучшая возможная (Best Effort Service), интегральная (Integrated Service) и дифференцированная (Differentiated Service — DiffServ) [28]. В первой модели «Качества обслуживания» (Best Effort Service) используются все доступные ресурсы сети без какого-либо выделения отдельных классов трафика и регулирования. Наилучшим механизмом обеспечения QoS считается подход, основанный на увеличении пропускной способности. Модель Best Effort Service даже при наличии достаточных резервов допускает возникновение перегрузок в случае резких всплесков трафика. Поэтому были разработаны другие подходы к обеспечению QoS. Это связано с высокими требованиями к пропускной способности канала связи. Ввиду ограниченности в финансовых и технических средствах операторы вынуждены выбирать другой подход к управлению трафиком. Кроме того, данный метод не позволяет вводить тарифную систему оплаты предоставляемых услуг. Модель интегрированного обслуживания может обеспечить сквозное (End-to-End) качество обслуживания, гарантируя необходимую пропускную способность. IntServ использует для своих целей протокол сигнализации RSVP, позволяющий приложениям определять сквозные требования к ресурсам сети. Данный протокол содержит механизмы обеспечения заданных требований. Основной недостаток данной модели связан с масштабируемостью RSVP в сетях связи. Объем ресурсов, которые необходимы маршрутизатору для обработки и хранения информации RSVP, увеличивается пропорционально количеству потоков QoS. Измерения трафика показывают, что большинство IP соединений в сети существует очень недолго, и в каждый момент времени магистральным маршрутизатором поддерживается несколько тысяч активных соединений. Следовательно, многочисленные потоки IntServ в канале связи значительно увеличивают нагрузку на маршрутизаторы. Более того, каждый раз при изменении топологии все зарезервированные пути необходимо прокладывать заново. Модель дифференцированного обслуживания определяет обеспечение QoS на основе четко определенных компонентов, комбинируемых с целью предоставления требуемых услуг. Архитектура DiffServ предполагает наличие классификаторов и формирователей трафика на границе сети, а также поддержку функции распределения ресурсов в ядре сети в целях обеспечения требуемой политики. Разделяет трафик на классы, вводя несколько уровней QoS. Механизмы DiffServ усовершенствуют IP с целью преодолеть ограничения IntServ/RSVP и обеспечить масштабируемое избирательное обслуживание в Интернет без необходимости запоминать состояние каждого потока и поддерживать сигнализацию. Из

небольшого, корректно определенного набора «строительных блоков», применяемых в сетевых узлах, могут быть созданы самые разнообразные сервисы. В отличие от RSVP, в случае DiffServ отправитель и получатель не обмениваются информацией о требованиях к качеству обслуживания, что исключает затраты (временные) на прокладку пути, присущие RSVP. Преимущества от использования DiffServ получают кратковременные потоки, поскольку отсутствие затрат на настройку QoS увеличивает скорость реакции и сокращает дополнительный трафик, возникающий вследствие того, что хосту необходимо быстро «договориться» с другим хостом. Данная модель управления трафиком гарантирует, что трафик большую часть времени будет получать адекватное обслуживание, возможно, с некоторой степенью дифференциации. В случае перегрузки потоки будут адаптировать свой трафик к имеющимся ресурсам и продолжать обслуживаться, хотя, может быть, с более низким качеством. Преимуществом данного решения является более высокая общая эффективность, так как оно позволяет передавать большее число потоков более простым образом, с минимальной поддержкой сигнализации и с помощью простых механизмов организации путей передачи данных.

С учётом появления в сети всё новых видов сервисов и приложений, по-разному использующих ресурсы (пропускную способность), и имеющих различные требования к задержкам, интенсивности, размеру пакетов и т.д. возникает ситуация, когда в единой инфраструктуре генерируется одновременно несколько типов трафика. Оператор связи должен учитывать особенности каждого типа и проводить соответствующую политику управления этим трафиком, наименьшим образом влияющую на негативное впечатление абонента. Ожидание пользователя регла-

ментируется договором на оказание услуг связи, в котором указываются параметры будущего тарифа. В этом случае, для оценки качества предоставляемых услуг операторам необходимо использовать показатели качества восприятия (QoE), характеризующее восприятие приложения конечным пользователем и определяющее субъективную оценку впечатления клиента телематическими сервисами. В противном случае, организовав только требуемое QoS с обеспечением необходимых технических характеристик канала связи, впечатление клиентов о качестве предоставляемых услуг может оставаться различным. В случае, когда общий канал доступа в сети оператора связи свободен, и скорость доступа конечного клиента достигает максимальной, можно предположить, что качество обслуживания является приемлемым, и абонент полностью доволен услугой. Мнение пользователя о качестве предоставляемой услуги является субъективным понятием и определяется общим впечатлением в период работы в сети Интернет. Конечные потребители, требуя высокого качества услуг, не могут описать QoS, используя технические параметры. Достаточно часто, при поступлении жалоб на качество работы телематической услуги, клиент использует интуитивные простые объяснения: «изображение рябит», «файл не загружается» и т.д. В этом случае для оценки качества предоставляемых услуг операторами связи используется понятие «Качество восприятия» (Quality of Experience, QoE), характеризующее восприятие приложения конечным пользователем и определяющее субъективную оценку восприятия клиентом телематических сервисов (рисунок 1). Качество восприятия (QoE) характеризует уровень предоставляемых услуг с точки зрения клиента, независимо от архитектуры сети и используемых в ней протоколов. [2, с. 131]

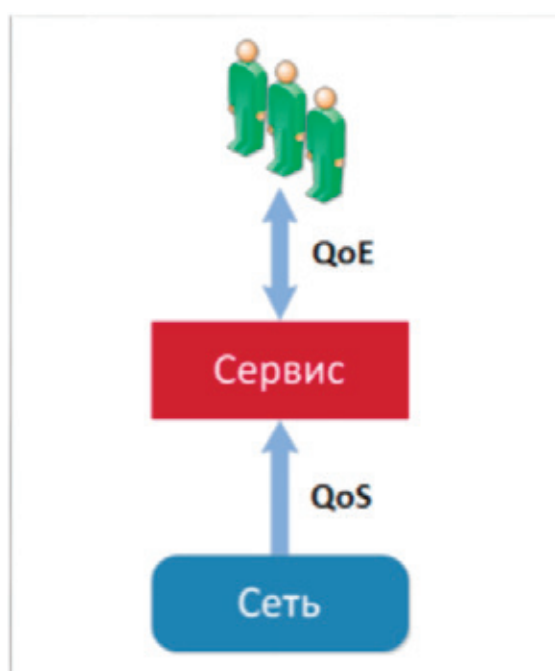


Рис. 1. QoS — QoE соотношение

В случае перегрузки общего канала доступа в сеть Интернет, оператор связи вынужден уменьшить скорость каждого абонента, пропорционально заявленным тарифам. При этом такое снижение скорости может вызвать разную реакцию абонентов сети. В первую очередь на это будет влиять тип используемого Интернет приложения (тип трафика) клиентом. В случае если один клиент отправляет электронное письмо, а другой просматривает видеоролик, реакция от снижения скорости

доступа будет разной. Первый абонент, скорее всего, просто не заметит разницу, при этом просматриваемое видео второго клиента будет постоянно прерываться, что определенно негативно скажется на общем представлении абонента о качестве услуги, т.е. на QoE. Таким образом, можно сделать заключение, что различный тип трафика по-разному влияет на представление абонента о качестве предоставляемой услуги доступа в сеть Интернет.

Литература:

1. Кузнецов, В. Н. Особенности передачи интерактивных трафиков на основе TCP/IP по спутниковым каналам связи / В. Н. Кузнецов // Технологии и средства связи. — 2007. — № 2. — с. 15–21.
2. Башарин, Г. П., Гайдамака Ю. В., Самуйлов К. Е. Яркина Н. В. Управление качеством и вероятностные модели функционирования сетей связи следующего поколения. Учебное пособие. — М.: Изд-во РУДН, 2008. — С.130.
3. Константинов, И. С., Фролов А. И. Модель обеспечения качества обслуживания по величине задержки, основанная на семантических приоритетах // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2005. № 3. с. 30–34.

Программно-аппаратный комплекс для измерения угловой скорости асинхронного электропривода

Копейкин Денис Андреевич, магистрант;
Сморозин Георгий Сергеевич, ассистент;
Гафаров Артур Айратович, магистрант
Омский государственный технический университет

В настоящее время асинхронный привод применяется в разных отраслях промышленности и является наиболее используемым электротехническим устройством.

Для наиболее эффективного управления асинхронным электроприводом, возникла необходимость в определении и контроле параметров движения рабочих органов. В современных асинхронных электроприводах, применяемых в промышленности, часто таким параметром выступает угловая скорость, необходимость определения которой связана с разными режимами работы электропривода.

Контроль координат асинхронных электроприводов может осуществляться как устройствами с датчиками, так и устройствами без датчиков скорости. Способы определения угловой скорости АД с применением датчиков: инкрементальные и абсолютные энкодеры, стробоскопические, гидравлические, пневматический и фрикционные тахометры, индукционные и емкостные таходатчики.

Недостатки применения датчиков связаны с ухудшением эксплуатационных характеристик электропривода и необходимостью совмещения датчиков с механической частью электродвигателя, что усложняет ремонт и ревизию, усложняет конструкцию электропривода. Так же при считывании сигналов с датчиков угловых перемещений, возникает необходимость их фильтрации из-за неравномерности частоты вращения вала двигателя, раз-

личных помех, шумов, возникающих при прохождении через АЦП, ЦАП преобразователи на частотомеры. Косвенный метод определения угловой скорости АД с КЗ ротором без использования датчиков угловых перемещений исключает недостатки, возникающие при использовании датчиков скорости.

Предложен косвенный метод определения угловой скорости по паспортным данным двигателя и измеряемым величинам — фазные токи и напряжения [1, 2].

На рисунке 1 представлен алгоритм для определения угловой скорости асинхронного электропривода. В соответствии с рассматриваемым алгоритмом, с учетом ввода известных значений сопротивлений обмоток статора и ротора, для определения угловой скорости асинхронного электропривода необходимо измерить мгновенные значения фазных напряжений и токов и провести вычисление в блоке вычисления угловой скорости вращения.

С учетом измеренных фазных токов i_a , i_b и напряжений u_a , u_b фаз А и В, известных значений параметров АДКР, в результате вычисления, получаем значение угловой скорости АДКР.

Таким образом, применение предлагаемого алгоритма косвенного измерения угловой скорости двигателя в асинхронном электроприводе и определение значения угловой скорости с помощью блока вычисления являются про-



Рис. 1. Алгоритм изменения угловой скорости двигателя в асинхронном приводе

стыми по реализации, имеют повышенную точность измерений и обладают простой реализацией. Однако применяя косвенный метод определения угловой скорости возникают проблемы, связанные с изменением параметров электродвигателя при его нагреве, а также необходимостью получения точных значений токов и напряжений статора.

Вариант, предложенный на рисунке 2, основан на использовании бесконтактного оптического датчика, позволяет определить частоту вращения без установки датчика на валу двигателя [3]. Отличительная особенность предлагаемого варианта аппаратно-программного комплекса заключается в том, что силовой модуль включается в разрыв силовой части электропривода между источником питания и асинхронным двигателем путем несложных переключений.

Измерение скорости основано на счете импульсов, воспринимаемых фотоприемником, от меток, нанесенных на вал двигателя или муфты. В зависимости от диаметра вала, соединительной муфты, номинальной скорости вращения двигателя число меток на маске может меняться. Маски с различным числом меток изготавливаются на лазерном принтере по шаблонам.

На основе полученных оцифрованных осциллограмм токов, напряжений, скорости вращения вала двигателя по методикам и алгоритмам, осуществляется экспресс-расчет параметров электрической схемы замещения асинхронного двигателя и расчет естественных и искусственных механических, рабочих характеристик и энергетических показателей электропривода.

Предложен метод контроля вектора скорости асинхронных электродвигателей, основанный на линейном законе управления с упреждением (GPC) [4]. Представленный каскад конфигурации GPC-PI (Рисунок 3) упрощает конструкцию в отношении каскадной конфигурации GPC-GPC, сохраняя преимущества алгоритма прогнозирующего управления.

Ошибка, возникающая при моделировании и реальных тестах, составляет 0,138%, чем способствует применению данного метода в промышленности. Вклад этой работы состоит из комбинации алгоритма GPC в цикл скорости с управлением на основе PI в токовых контурах, используя простую и эффективную конструкцию, где грубая устойчивость демонстрируется для типичных асинхронных двигателей. Конструкция GPC контроллера

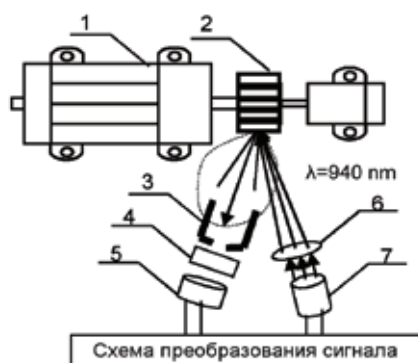


Рис. 2. Вариант аппаратно-программного комплекса: 1 — асинхронный двигатель; 2 — муфта с нанесенными рисками; 3 — бленда; 4 — светофильтр; 5-фотоприемник; 6 — формирующая линза; 7 — источник излучения

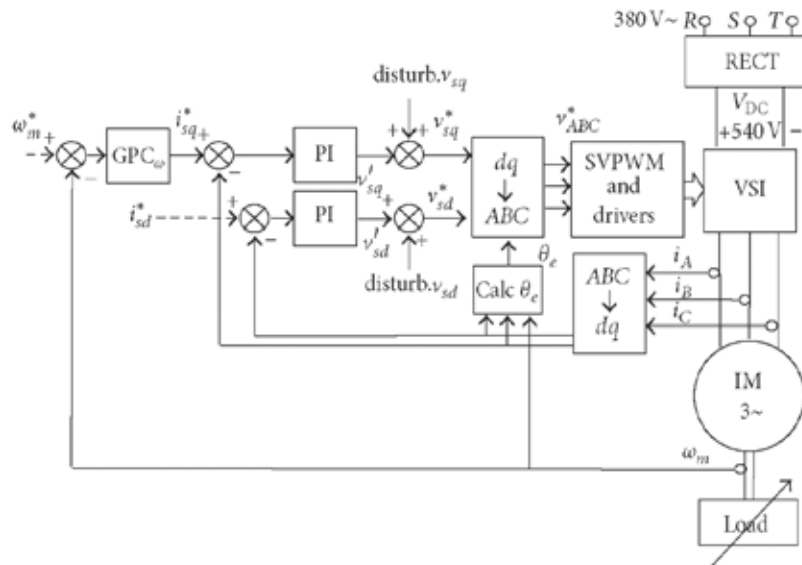


Рис. 3. Схема GPC управления скоростью асинхронного двигателя с контролем тока PI и SVPWM

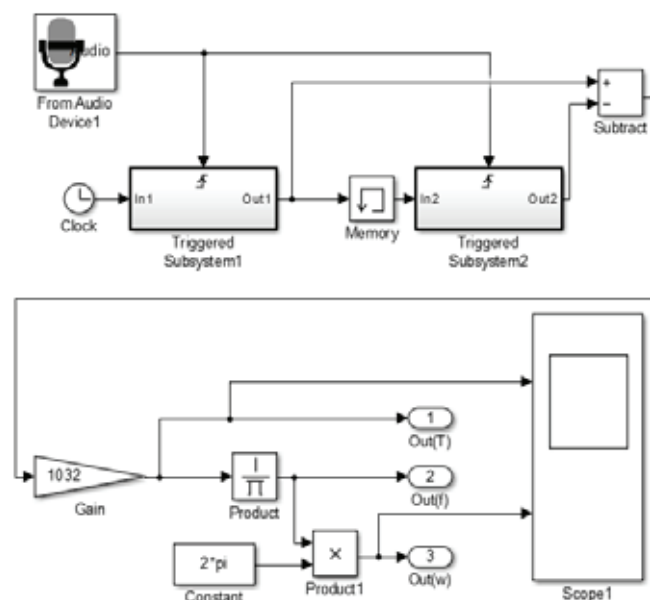


Рис. 4. Модель обработки сигнала

скорости основана на первом порядке модели асинхронного двигателя с компенсированием времени задержки. Кроме того, скорость вычислений у регулятора скорости GPC значительно быстрее, чем у классических PID и немного быстрее, чем у расширенных SM контроллеров скорости при тех же вычислительных мощностях. Эта работа показывает, что GPC-PI контроллер представляет собой эффективный алгоритм вычисления скорости при различных условиях, что свидетельствует о его надежности.

Рассмотрен метод определения частоты вращения используя инкрементальный энкодер серии E40H10-1000-6-L-5. Предложенная модель обработки сигнала представлена на рисунке 4. Недостатки данного метода заключаются в необходимости крепления датчика угловой

скорости на валу двигателя, наличие схемы с делителем частоты. Так же возникает необходимость в применении методов по фильтрованию шумов. Достоинства данного метода заключается в его простоте и возможности измерения скорости с нескольких двигателей, используя звуковую разветвитель.

Вывод. В связи с развитием использования асинхронного электропривода в различных сферах производства, является актуальной проблема разработки методов контроля характеристик электродвигателя.

Проведенный анализ методов по определению угловой скорости асинхронного электропривода показал, что использование прямых методов измерения угловой скорости является менее эффективным и более затратным, чем используя алгоритмы для косвенных методов.

Литература:

1. Хацевский, К.В. Алгоритм и способ измерения угловой скорости вращения двигателя в асинхронном электроприводе [Текст] / К.В. Хацевский, Ю.Н. Дементьев, А.Д. Умурзакова // Динамика систем, механизмов и машин. — 2014. — № 1. — с. 393–396.
2. Дементьев, Ю.Н. Косвенный контроль выходных механических переменных асинхронного электродвигателя [Текст] / Ю.Н. Дементьев, А.Д. Умурзакова // Электротехника: сетевой электронный научный журнал. — 2015. — № 3. — с. 67–69.
3. Мугалимов, Р.Г. Аппаратная реализация комплекса для экспресс-оценки энергоэффективности асинхронных электроприводов [Текст] / Р.Г. Мугалимов, А.И. Боков, А.Р. Мугалимова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. — 2015. — № 1. — с. 166–169.

Методология сравнения потоковых шифров

Кубрак Константин Геннадьевич, студент;
Шалашова Арина Юрьевна, студент

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Данная статья посвящена методологии сравнения потоковых шифров. В статье рассматриваются потоковые шифры и их основные параметры. На основе этих параметров предлагается методика сравнения данных шифров, а также приводится пример применения данной методики к существующим и новым потоковым шифрам. На основании проведённого анализа делается вывод о том, какой из сравниваемых шифров наиболее предпочтителен для использования в криптографических системах.

Введение

В настоящее время в связи с развитием информационных технологий, связанных с передачей информации через Интернет, продолжается бурное развитие программного обеспечения, которое позволяет обмениваться информацией. Перед разработчиками данных программ встают такие проблемы как обеспечение секретности и целостности передаваемой информации.

Одним из решений данной проблемы является использование шифров, в частности потоковых шифров. Этот способ шифрования характеризуется тем, что отправитель и получатель знают ключ, который используется как для создания шифрованной последовательности из передаваемой информации, то есть для шифрования данных, так и для обратной операции расшифрования зашифрованной последовательности.

На данный момент существует множество потоковых шифров, поэтому перед разработчиками может возникнуть вопрос о том, какой из имеющихся шифров лучше подойдёт для их применения. Поэтому необходимо разработать критерии, по которым можно было бы сравнить различные потоковые шифры.

Потоковые шифры

Уже много лет человечество использует различные способы шифрования информации. Впрочем, на первых этапах развития письменности не было необходимости

в особом кодировании сообщений, ведь уровень грамотности был очень низок. Лишь спустя долгое время, вместе с развитием общества и способов письменности, появилась нужда в том, чтобы сохранить секрет передаваемой информации.

Одним из известнейших первых шифров является, так называемый, шифр Цезаря. Основной идея шифра заключается в том, что каждая буква в сообщении заменяется другой буквой того же алфавита, которая отстоит на заданное число позиций от заменяемой буквы. В частности, если взять значение циклического сдвига позиции равным 3, то в латинском алфавите буква *A* будет заменена на *D*, *B* на *E*, ..., *Z* на *C*. Своей цели такое преобразование достигает — полученный шифр невозможно прочесть. Однако, если сообщение достаточно длинное, то можно сопоставить буквы по частоте появления букв в незашифрованном тексте, к примеру, в русском языке наиболее распространённая буква — *о*, и для того, чтобы понять величину сдвига, необходимо лишь посчитать частоту появления букв, встречающуюся в зашифрованном тексте.

Существует три [1] способа устранения данной уязвимости в шифре: омофонический, полиалфавитный и полиграммный шифр.

В омофоническом шифре происходит замена одной буквы исходного текста несколькими символами шифротекста. Распространённые буквы шифруются большим количеством символов, нежели редко встречающиеся. Каждый раз при кодировании буквы, случайно выбирается один из соответствующих ей символов.

В полиалфавитном шифре используются простые замены для каждой буквы (например, циклические сдвиги), но замены отличны для каждой буквы в соответствии с заранее обговорённым способом. Эти различия в заменах скрывают частоту появления букв исходного текста.

В полиграммном шифре происходит замена блоков букв исходного текста на соответственные блоки шифротекста. Такой способ замены скрывает частоту появления букв в исходном тексте, а блоки, если их размер достаточно велик, практически не повторяются, являя собой защиту от атак, основанных на избыточности в исходном тексте.

Как видно, каждый из трёх способов помогает скрыть частоту появления букв в тексте, защищая, таким образом, зашифрованный текст от атак, связанных с использованием данной частоты. Впрочем, омофонические шифры не очень подходят для автоматического шифрования, что является причиной того, что в настоящее время они не распространены, в отличие от остальных двух способов. В настоящее время потомками полиалфавитных шифров являются потоковые шифры, а полиграммные — блочных шифров.

Обычно, потоковые шифры быстрее и проще в реализации, чем блочные, но всё зависит от конкретных алгоритмов реализации.

Рассмотрим подробнее способ превращения открытого текста, состоящего из n битов вида m_1, m_2, \dots, m_n , в зашифрованный текст, состоящий, соответственно, из битов c_1, c_2, \dots, c_n . Генератор гаммы создаёт ключевой поток k_1, k_2, \dots, k_n , который затем при помощи операции XOR (исключающее ИЛИ) побитово складывается с открытым текстом m_1, m_2, \dots, m_n . Полученная последовательность и будет являться зашифрованным текстом c_1, c_2, \dots, c_n , $c_i = m_i \dot{\wedge} k_i$, где $i = 1..n$. Операция расшифрования производится аналогичным образом: зашифрованный текст побитово складывается при помощи операции XOR с ключевым потоком, $m_i = c_i \dot{\wedge} k_i$, где $i = 1..n$.

В случае если ключевая последовательность случайна и равна по длине шифруемому тексту, шифр взломать невозможно. Однако, на практике, шифруемое сообщение бывает очень велико, поэтому используют короткий ключ, который порождает псевдослучайную ключевую последовательность. В таком случае зашифрованный текст оказывается уязвим к атакам, связанным с псевдослучайностью ключа.

Последовательные биты ключевой последовательности генерируются на основе внутреннего состояния генератора. Это состояние может быть изменено двумя способами:

- независимо от открытого или зашифрованного текста, в таком случае шифр называется синхронным;
- на основе предыдущих битов зашифрованного текста, в таком случае шифр называется самосинхронизирующимся.

При использовании синхронного потокового шифра, отправитель и получатель должны быть синхронизированы, то есть у них должен быть один и тот же ключ, для корректного расшифрования. Синхронизация прекращается в случае, если из зашифрованного текста были удалены элементы, или же, наоборот, в зашифрованный текст были добавлены дополнительные элементы. Для восстановления синхронизации могут быть использованы такие способы, как новая инициализация, расположение равномерно распределённых по зашифрованному тексту маркеров или подбор возможных сдвигов в ключевом потоке (если исходный текст достаточно избыточен). При использовании самосинхронизирующихся потоковых шифров расшифрование зависит только от определённого числа предшествующих символов зашифрованного текста. Следовательно, можно корректное расшифрование автоматически восстанавливается после потери синхронизации ценой определённого числа ошибочных символов исходного текста.

Один и тот же ключ в потоковых шифрах всегда создаёт один и тот же ключевой поток, поэтому длительное



Рис. 1. Принцип работы синхронных потоковых шифров

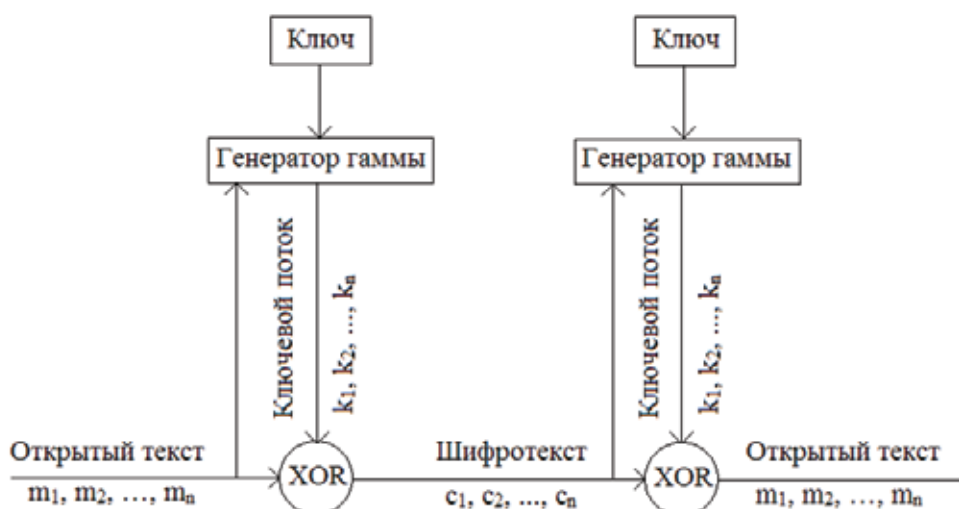


Рис. 2. Принцип работы самосинхронизирующихся потоковых шифров

использование одного ключа приводит к уязвимости. Эту проблему можно решить посредством периодической смены ключа, но при таком способе появляются издержки, связанные с передачей ключей. Другой способ решения проблемы — использование векторов инициализации.

Вектор инициализации — случайная величина, изменяющаяся при каждой новой сессии работы шифра. [4] Вектор инициализации смешивается с ключом для формирования эффективного ключа в предстоящей сессии работы шифра, называемого сессионным ключом. Различные сессионные ключи генерируют различные ключевые последовательности, даже если используется один и тот же ключ в различных сессиях.

Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что потоковые шифры могут сравнивать по их техническим характеристикам, то есть тем, которые связаны с производительностью данного шифра (например, используемая длина ключа), а также по вычислительной сложности существующих атак на шифр.

Технические характеристики

Данный вид характеристик характеризуется тем, что величины указываются в технической документации, сопутствующей описанию алгоритма шифрования. Рассмотрим технические характеристики потоковых шифров, которые могут быть использованы в качестве сравнительных величин:

- Длина эффективного ключа. Данная характеристика важна тем, что в зависимости от области применения, на используемый шифр накладываются ограничения, связанные с ГОСТ. Измеряется в битах.
- Длина вектора инициализации в битах.
- Скорость обработки 1 байта открытого текста, измеряется в количестве тактовых сигналов микропроцессора, обрабатывающего данные в соответствие с алго-

ритмом. На разных микропроцессорах может отличаться, поэтому для разных шифров следует проводить измерения для одного и того же микропроцессора.

Последняя величина может быть не указана явно, но, имея в распоряжении алгоритм, её можно довольно просто вычислить.

Также важной характеристикой является стойкость к существующим атакам. В случае, если для шифра в настоящее время не найдено зависимостей в формирующейся выходной последовательности, необходимо указывать полный перебор.

Сравнение некоторых шифров

В таблице, представленной ниже, приводится пример сравнения потоковых шифров по предложенным характеристикам. Сравнимые шифры — RC4, Salsa20, HC-256 и SOSEMANUK.

Данные шифры выбраны неслучайно, шифр RC4 на протяжении последних двух десятилетий остаётся одним из самых широко используемых потоковых шифром в мире. Остальные же шифры стали финалистами конкурса eSTREAM, который проводила организация EU ECRYPT. [7] Целью конкурса было определить шифры, подходящие для широкого применения. Отдельно выявлялись шифры, подходящие для программной и для аппаратной реализации. Шифры Salsa20, HC-256 и SOSEMANUK являлись финалистами конкурса для шифров с программной реализацией. Шифры Espresso и Fruit выбраны как наиболее актуальные на момент написания статьи потоковые шифры, которые были спроектированы для аппаратного использования. Ввиду этого факта, для измерения скорости обработки одного байта исходного текста, мне было необходимо самостоятельно выполнить программную реализацию шифров Espresso и Fruit.

Два фактора: давнее создание и широкое распространение повлияли на то, что RC4 является более изученным,

Таблица 1. Сравнение шифров

Наименование	Дата создания	Длина ключа, бит	Вектор инициализации, бит	Скорость обработки 1 байта текста, число тактовых сигналов	Наиболее значимые атаки	Вычислительная сложность атаки
RC4	1987	8–2048, Обычно 40–256	нет	7	Флуерер-Мантин-Шамир [5]	2^{13}
Salsa20	2004	128, 256	128	11,84	Метод вероятностных нейтральных бит [6]	2^{251}
HC-256	2004	256	256	4	Только полный перебор	2^{256}
SOSEMANUK	2004	128	128	27,1 [11]	eSTREAM [10]	2^{224}
Espresso	2015	128	95	8	Time-memory-data trade-off [12]	2^{168}
Fruit	2016	80	70	8	Только полный перебор	2^{80}

чем остальные шифры. Этим можно объяснить его относительно низкую стойкость по сравнению с остальными шифрами.

Данные по скорости обработки текста приведены для процессора Pentium 4 Willamette.

Выводы

В данной работе был проведён общий обзор потоковых шифров: было дано их определение, приведено краткое описание принципа работы, а также выделены 2 типа потоковых шифров синхронные и самосинхронизирующиеся. Для потоковых шифров были определены характеристики, по которым можно проводить их сравнение.

Следующие характеристики были выделены, как наиболее определяющие: длина эффективного ключа, длина вектора инициализации и скорость обработки 1 байта открытого текста. Также, было предложено сравнивать самые эффективные из известных атак на шифры.

Таким образом, были получены характеристики, позволяющие получить наглядное сравнение различных потоковых шифров между собой. Методика сравнения заключается в получении данных характеристик для сравниваемых шифров, и в сопоставлении полученных характеристик между собой. А также на примере шести (RC4, HC-256, Salsa20, SOSEMANUK, Espresso и Fruit) шифров представлен данный сравнительный анализ.

На основе полученных данных можно заключить, что наиболее быстродействующим и надёжным является шифр HC-256, однако, высокую надёжность можно объяснить низкой изученностью данного шифра. Принимая во внимание этот факт, наиболее приемлемым для использования можно назвать шифр Salsa20, который, несмотря на относительно низкое быстродействие, всё же имеет высокую надёжность, подтверждённую исследованиями. Наименее желательным для использования шифром можно считать RC4, поскольку относительно высокое быстродействие и простота реализации не могут компенсировать относительно низкую криптографическую стойкость.

Литература:

1. A. Klein. Stream Ciphers. — London. — Springer-Verlag, 2013.
2. T.D. B. Weerasinghe. An Effective RC4 Stream Cipher. Available at: <http://eprint.iacr.org/2014/171.pdf>, accessed 17.07.2016.
3. Рябко, Б. Я., Фионов А. Н. Криптографические методы защиты информации. — Москва. — Издательство Горячая Линия-Телеком, 2005.
4. S. Maitra, G. Paul. RC4 Stream Cipher and Its Variants. — Boca Raton. — Taylor & Francic Group, 2012.
5. S. Fluhrer, I. Mantin, A. Shamir. Weaknesses in the Key Scheduling Algorithm of RC4. Available at: http://www.crypto.com/papers/others/rc4_ksaproc.pdf, accessed 02.09.2016.
6. J. P. Aumasson, S. Fisher, A. Khazaei, W. Meier and C. Rechberger. New Feature of Latin Dances: Analysis of Salsa, ChaCha, and Rumba. Available at: <http://cr.ypt.to/rumba20/newfeatures-20071218.pdf>, accessed 02.09.2016.
7. eSTREAM: the ECRYPT Stream Cipher Project. Available at: <http://www.ecrypt.eu.org/stream/>, accessed 03.09.2016.

8. Погорелов, Б.А., Сачков В.Н. Словарь криптографических терминов. — Москва. — Издательство МЦНМО, 2006.А
9. D. Boneh, V. Shoup. A Graduate Course in Applied Cryptography. Available at: https://crypto.stanford.edu/~dabo/cryptobook/draft_0_2.pdf, accessed 03.09.2016
10. Y. Tsunoo, T. Saito, M. Shigeri, T. Suzaki, H. Ahmadi, T. Eghlidos and S. Khazaei. Evaluation of SOSEMANUK With Regard to Guess-and-Determine Attacks. Available at: <http://www.ecrypt.eu.org/stream/papersdir/2006/009.pdf>, accessed 04.09.2016
11. C. Berbain, O. Billet, A. Canteaut, N. Courtois, H. Gilbert, L. Goubin, A. Gouget, L. Granboulan, C. Lauradoux, M. Minier, T. Pornin and H. Sibert. Sosemanuk, a fast software-oriented stream cipher. Available at: <http://www.ecrypt.eu.org/stream/ciphers/sosemanuk/sosemanuk.pdf>, accessed 06.09.2016.
12. E. Dubrova and M. Hell. Espresso: A Stream Cipher for 5G Wireless Communication Systems. Available at: <https://eprint.iacr.org/2016/241.pdf>, accessed 19.09.2016.
13. V.A. Ghafari, H. Hu and C. Xie. Fruit: Ultra-Lightweight Stream Cipher with Shorter Internal State. Available at: <https://eprint.iacr.org/2016/355.pdf>, accessed 19.09.2016.

Using seebeck effect to increase the intensity of cooling condenser of a small refrigerating machine

Lemeshko Michael Aleksandrovich, candidate of technical sciences, associate professor;

Romanov Pavel Vitalevich, Undergraduate;

Dmitrienko Nadezhda Alekseevna, candidate of pedagogical sciences, associate professor

The Institute of service sector and entrepreneurship (branch) don state technical University in Shakhty

The article deals with the problem of using Seebeck effect in power the fan that cools down the condenser in small refrigerating machines. In small refrigerating machines of compression types with relatively small capacity we do not use the Seebeck effect to power the fan and at the same time for blowing and cooling the condenser of the refrigeration unit. The work shows the feasibility of its usage in small refrigerating machines, in particular household refrigerating appliances thermoelectric converters, implementing the Seebeck effect. Using heat on the surface of the compressor and chill the refrigerator compartment produces a voltage of sufficient power to power the fan for cooling the condenser so that the fan does not consume electricity from the network. It is shown that the use of thermoelectric converters and modern fans are designed for cooling personal computers, it is advisable to apply it in domestic refrigerators, as this operation will ensure efficient heat removal from the condenser, without the electricity spending from the grid.

Preliminary calculations revealed heat removal amount from the condenser of the refrigeration machine using modern fan and the thermoelectric Converter is advisable to perform a design of small refrigerating machines with a smaller condenser, but if it is equipped with a thermoelectric Converter to power the fan that cools the heat exchanger.

Key words: *small refrigerating machine, household refrigerating device, a cooling condenser, fan, the thermoelectric Converter*

Introduction

The object of research is the Seebeck effect in small refrigerating machines. We investigated the possibility of reducing specific energy consumption of a compression refrigerator by the use of thermoelectric converters and fan with high efficiency, which leads to an increase in the intensity of cooling of the refrigerant in the condenser.

The reduction of energy consumption of refrigeration equipment are constantly paid attention, and during its rapid development, and at the present time.

It is known [1] that to intensify the process of condensation of the refrigerant in several ways:

- increase surface area of heat exchange;
- to increase the coefficient of heat transfer from the condenser surface to the ambient air;
- the decrease in the total thermal resistance of heat transfer due to the reduction of its components (specific thermal resistance);
- the increase of the temperature difference in heat transfer (mean temperature difference), the use of evaporative cooling».

Along with all above said the classical methods of increasing the heat removal from the condenser to the cold are used, some of them are well-known study and other are «non-traditional» methods.

The heat transfer from the condenser surface can also be increased by increasing the velocity of the air near the surface of the capacitor, for example, using a fan and a thermoelectric transducer, or by using evaporative cooling surface condenser, [4,5], or using movable capacitor [6,7]. Interesting is the option of cooling the condenser and the compressor of the refrigeration unit simultaneously [8].

When you heat a solid surface with a gas medium in natural convective heat transfer, it is known that the heat transfer coefficient is usually not more than $20-80 \text{ W/m}^2 \cdot \text{grad}$. One of the commonly used methods of cooling the surface of the condenser is forced ventilation.

To increase the intensity of the condensation process of the refrigerant other methods are used, such as presented in the publication [9]. The use of fan for cooling the surface of the condenser is widely used in display coolers, which use compact compressors condensing unit with one or two fans, usually the capacity of these fridges is over 400 HP

Small refrigerators with relatively high refrigeration capacity was traditionally applied as method of cooling the condenser by natural convection, and is considered [1] to be the rational use of fan for cooling the condenser. However, studies [11], add this tradition with a new approach. It is proposed to use a thermoelectric Converter to produce electricity from the running compressor of the refrigeration unit. The use of Seebeck effect will enable the heat generated by compressor refrigerating machines to convert into electricity and the latter to be used for blowing the surface of the capacitor. Thus, the fan is not consumed electricity from the network, and allows to improve the heat removal from the surface of the capacitor. The heat exhausted from the compressor is usually dissipated into the environment, complementing the heat from the condenser. Typically, the capacity of the exhausted heat from the working refrigerating machine is more than power get cold. Great Park for refrigeration compression refrigeration equipment in the aggregate can have very large dissipation to the atmosphere.

Materials and methods

Consider the scheme of cooling of the condenser of the refrigeration machine a small fan which will be powered by a thermoelectric Converter can solve the problem of determining the amount of heat discharged from the surface condenser during its blowing surface of a fan.

Fan capacity refers to the volume of air passing through the fan per unit time. For example, cm^3/min , or in units $\text{CH} - \frac{\text{M}^3}{\text{C}}$.

Suppliers of fans for personal computers measure the performance of the fan in cubic feet per minute (Cubic Feet per minute, CFM). A characteristic feature of the fan is always specified by the manufacturer. (1 foot cubed equals $28320 \text{ cm}^3 = 0,02832 \text{ m}^3$, $1 \text{ ft}^3/\text{min} = 28320 \text{ cm}^3/\text{min}$ or $472 \text{ cm}^3/\text{sec}$.)

The air flow generated by the fan determines how much heat you can take from the condenser per unit of time.

We denote the total capacity of the heat we have load on the condenser Q_K .

Theoretically, the magnitude of this heat load can be obtained from calorimetric calculation of refrigeration cycle as a specific design of the refrigerator.

Let us denote the temperature difference on the condenser surface and the ambient air — $\Delta T = T_K - T_{\text{ог}}$.

Let the air mass m , which is supplied to the surface condenser and later, is heated by ΔT in time t . Then he transferred quantity of heat will be:

$$Q_t \cdot t = mc_p \Delta T \quad (1)$$

where c_p is the heat capacity of air at constant pressure. The dimension of the parameters: $[Q_t] = \text{W}$; $[m] = \text{kg}$; $[c_p] = \text{J/kg} \cdot \text{grad}$, $[\Delta T] = \text{grad}$, $[t] = \text{c}$.

The volume of air supply per unit time characterizes the fan performance $W_B = V/t$, which should ensure the rate of heat dissipation from the condenser which is Q_t per unit of time.

Express the mass of air using its density and volume: $m = \rho V$

Then, in unit time will be given heat:

$$Q_t = \frac{\rho \cdot V \cdot c_p \cdot \Delta T}{t},$$

$$Q_t = \frac{V}{t} (\rho \cdot C_p \cdot \Delta T), \quad (2)$$

$$Q_t = W_B (\rho \cdot C_p \cdot \Delta T).$$

Where W_B flow rate of the air flow through the fan for discharging heat output Q_t .

Where

$$W_B = \frac{Q_t}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta T}. \quad (3)$$

For dimensions taken in the expression (1): $[W] = \text{m}^3/\text{s}$

$$\text{Or } W_B = \frac{60 Q_t}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta T} \text{ m}^3/\text{min}, \text{ or } W_B = \frac{60 \cdot 10^6 \cdot Q_t}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta T} \text{ cm}^3/\text{min}$$

For fans with the specified performance CFM, it is necessary to consider that $1 \text{ m}^3/\text{min} = \text{CFM}$ of 30.48 (cubic pounds per minute), or:

$$1 \text{ ft}^3/\text{min} = 28320 \text{ cm}^3/\text{min}. \quad (4)$$

Results

Substituting the results in the formula (3) the heat load on the condenser, temperature difference, density and specific heat of the air, we can calculate the capacity of the fan.

The actual performance of the fan W_B for removal of thermal energy from the surface of the condenser Q_t must be greater than calculated due to partial scattering of the air flow when it is blowing on the surface of the capacitor. This dispersion can be considered as a design parameter as the coef-

efficient of dispersion of blood flow. Depending on the shape of the air flow and the shape of the condenser the value of this coefficient may range from 0.5 to 0.9.

The actual performance of the fan:

$$W_f = W_e / K_p \tag{5}$$

Let’s consider an example.

Let the power, the exhaust from the condenser 60 W, the temperature difference between the surface condenser and the surrounding air is 25 °C.

For the approximate calculation accept density of air at $t=25^\circ\text{C}$ and a pressure equal to one atmosphere: $C=1100,0$ j/kg·deg, then the data given by formulas (3) and (4), assuming $K_p=0.6$, one will get:

$$W_e = \frac{Qt}{\rho \cdot c_p \cdot \Delta T} = 9,57 \cdot 10^{-5} \frac{Qt}{\Delta T} \cdot \frac{m^3}{c} \tag{6}$$

For relatively accurate calculations the humidity and the pressure in the measurement of fan performance must take into account. For humidity of 60%, air density is approximately equal to 0.95 kg/m³

Specific heat of air depends on air humidity. For dry air which is equal to 1005,0 j/(kg·K).

Full heat capacity of moist air is the sum of the heat capacities of dry air and steam:

$$C = C_{ce} + C_n d$$

Specific heat capacity is usually referred to 1 kg of dry air:

$$C_{ce} \cong 1 \text{ kJ} / \text{kg} \cdot \text{K}, C_n \cong 1,93 \text{ kJ} / \text{kg} \cdot \text{K}.$$

Then

$$C = C_{ce} + 1,93d.$$

where d is the moisture content of the air in kg/kg c.b.

Using the expression (6), perform estimating calculations linking heat load on the condenser and fan performance. The results of the calculation are given in table 1.

To indicate air flow in CFM dimensions, from the expression (6), we get:

$$W(\text{CFM}) = 0,33(Q / \Delta T).$$

Here [W] = ft cube /min.

Table 1. Example calculation of fan performance

Q, Wat	Q ₁ = 20			Q ₂ = 40			Q ₃ = 60		
$\Delta T = T_k - T_{ob}$	ΔT_1	ΔT_2	ΔT_3	ΔT_1	ΔT_2	ΔT_3	ΔT_1	ΔT_2	ΔT_3
	20	30	40	20	30	40	20	30	40
W, sm ³ /min	957	643	487	1950	1267	975	2925	1950	1462
W, CFM	0,034	0,022	0,017	0,068	0,044	0,034	0,103	0,068	0,052

As can be seen, in order to ensure heat removal from the surface of the condenser by the fan airflow, for given surface temperatures of the condenser and the ambient temperature, it is necessary to create an air flow which is directly proportional to the dissipated thermal power. For example, if the heat load on the condenser has a capacity of 30.0 W, ambient temperature 25 °C, the surface temperature of the condenser 45 °C, the diffusion flow $K_p = 0.8$, then the necessary airflow fan W must be equal to 861 cm³/min. Or for the cooler (fan for PC cooling) W = 0,030 CFM.

Discussion and conclusion

The airflow seems to have 861 cm³/min which is not too much, so the airflow is able to provide even a relatively low powered fan. However, you must keep in mind that the airflow generated by the fan and the air flow blown on the surface of the condenser is not the same thing. If the fan is in-

stalled in the housing of the refrigerator or fan is included with condensing unit, its performance will differ from that specified in the technical documentation.

It is known that specified in the documentation, the fan capacity is calculated under ideal conditions, without resistance they create to the air flow. In real conditions the path of the air flow generated by the fan, there are always obstacles that reduce the volume of air pumped through the fan per unit time, and increase the difference between the pressure of the air flow generated by the fan, and the pressure in the environment (atmospheric pressure).

In the General case, we can assume that the static pressure of air flow from the fan is a function of the speed of the fan: $\Delta p = f(W)$ This function is called the characteristic curve or the flow characteristics of the fan.

Here are some examples of fans that can be used to cool condensers in domestic refrigerators.

Name	Dimensions mm	Power, W	Speed rev/ min	Performance, CFM	Performance cm ³ / min	Noise dB	Price rub.
KDE1204PFV2	40x40x10	1	5800	7	24,7 · 10 ⁵	27	230
KDE1205PFV2	50x50x10	1,1	4300	11	38,8 · 10 ⁵	26	370

KDE1209PTB1	92x92x25	1,8	2800	49	$173 \cdot 10^5$	34	320
PMB1275PNB1.AY	75x75x30	3,6	3400	13,6	$48,1 \cdot 10^5$	43,5	560
PMD1209PTB1.A (2)	92x92x25	5,5	4200	77	$271,9 \cdot 10^5$	48	490

Thus, the calculations show that the heat removal from the condenser of the refrigeration machine with modern fan is advisable to perform a design of small refrigerating machines with a smaller condenser, but it must be equipped with a fan for cooling the condenser.

The use of heat from the compressor as additional power source, can solve two problems: to heat sink energy from the compressor and to convert this energy into electricity.

In this case, it is appropriate to use fans to cool the condenser and increase the intensity of cooling providing im-

proved performance of the refrigeration cycle and, ultimately reducing the average energy consumption of the refrigeration machine.

We have also proposed to increase the power of the fan and its rational use to provide a refrigerator battery. This will allow to use low thermal load on the unit, to accumulate energy, and when we have increased load (e.g. when we are loading the refrigerator for Cabinet products) to use more effectively to intensive heat sink, thereby reducing the overall power consumption of the refrigerator.

References:

1. Weinberg, B. S., Household compression refrigerators / S.B. Weinberg, L.N. Vine. — M.: Food industry, 1974. — 272.
2. Lemeshko M.A., the Dependence of energy efficiency of a compression refrigerator to the method of cooling of its condenser / Lemeshko M.A., Kozhemiachenko A.V. Urunov S.R. // Technical and technological problems of service — Saint-Petersburg: SPGEU — 2014 — № 4 (30). S. — 58–60
3. Lemeshko M.A. increasing the intensity of heat exchange processes of the capacitor compression refrigerator /basic and applied researches: challenges and results. 2014, no.12. S. 65–69.
4. Lemeshko M.A. the Use of evaporative cooling to increase the energy efficiency of household refrigerator / Lemeshko M.A., Urunov S.R., Golovina, E. I. // Journal of scientific publications graduate and doctoral students. Kursk, 2015 — № 1 (103). — PP 114–116.
5. Lemeshko M.A., Dmitrienko N.A. Urunov S.R. study of the effectiveness of the evaporative condenser of the compression refrigerating mA-tires/ interdisciplinary Institute for Science and education. 2014. No. 6. S. 48–51
6. The patent for invention RUS 2570533 29.12.2014. Household refrigerator with movable condenser /Lemeshko M. A., Kozhemiachenko A.V., S.R. Urunov
7. Lemeshko M.A., Alekhin S.N., Urunov S.R., Serebryakov A.V. Household refrigerator with a movable condenser./A young scientist. 2016. No. 6 (110). S. 122–127
8. Kozhemiachenko, A.V., Lemeshko M.A., Rugasevic V.V., V.B. Sherstyukov Reducing energy consumption of household refrigerating appliance by inten-eficacia cooling condenser/ Engineering journal of don — 2013. Vol. 24, no.1 (24). S. 60–64
9. Lemeshko M.A. Technology energy efficiency of household refrigerating appliances./ Fundamental and applied researches: challenges and results. 2014. No. 13. P. 188–196.
10. The patent for invention RUS 2521424, 12.03.2013. The cooling method of the capacitor compression refrigerator. / Lemeshko M. A., Cogema-Chenko A. V., Rugasevic V.V., Sherstyukov V.V., Romanova, M. I., Deineka, I. G.
11. Lemeshko M.A., Alekhin S.N., Urunov S.R., Serebryakov A.V. Method of increasing the energy efficiency of household refrigeration appliances./ In the collection Nike: the Scientific search in a modern world the collection of materials of XI international scientific-practical conference. 2016. P. 33–36.

Экспериментальное исследование звукового давления при кризисе кипения бинарных смесей жидкостей

Лыков Евгений Васильевич, доктор технических наук, профессор;
 Романов Виктор Викторович, кандидат технических наук, доцент;
 Прохорова Анастасия Игоревна, магистрант;
 Копылова Ольга Александровна, магистрант
 Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В работе приведены экспериментальные кривые акустической эмиссии при кризисе кипения бинарных смесей жидкостей.

Проблемы, возникающие при кризисе кипения жидкостей для ряда отраслей энергетики (ракетно-космическая, атомная, химическая) связаны с отводом весьма значительного количества тепловой энергии от теплонапряженных поверхностей и ее разрушение в случае ухудшения теплоотдачи с жидкостью. Например, для ядерного реактора некипящего типа наибольшую опасность представляет режим пленочного кипения, которому предшествует область смены режима кипения от развитого пузырькового к пленочному. Один из способов диагностики возникновения кризиса кипения жидкости является изучение звукового давления, возникающего при импульсном росте парового пузырька на поверхности нагревателя [1]. Несомненно, этот способ несет научную и практическую ценность для понимания самой природы кризиса кипения, а так же его диагностирования.

В статье [2] приведена экспериментальная кривая зависимости плотности теплового потока q от температурного напора ΔT при насыщенном кипении воды, показано, что кризис кипения наступает при перегреве воды в 24,4 °С. При этой температуре, на поверхности нагревателя, происходит смена режима кипения, величина плотности теплового потока достигает критического значения равного 1МВт/м². Если контролировать температуру поверхности нагревателя, то наступление кризиса кипения жидкости можно определить и не допустить раз-

рушение теплонапряженной поверхности. Иначе обстоит дело с регулированием только тепловой нагрузки нагревателя, существует большая вероятность быстрой смены пузырькового режима на пленочный режим кипения, что является весьма опасным моментом работы теплонапряженной поверхности, приводящей к его разрушению.

Для изучения кризиса кипения жидкостей часто используют тонкую проволоку (теплонапряженная поверхность), нагретую постоянным электрическим током, которая помещается в экспериментальный сосуд емкостью 300 мл. Нагретая проволочка одновременно является источником звука и теплового потока.

Используя установку, предложенную в работе [1], нами был проведен ряд экспериментов с целью определения уровней акустического давления с ростом тепловой нагрузки при ненасыщенном кипении жидкостей.

Нагревание медной проволочки производилось постоянным электрическим током, удельный тепловой поток q [Вт/м²], рассчитывался по формуле:

$$q = \frac{I \cdot U}{\pi \cdot d \cdot l}$$

где $I \cdot U$ — мощность нагревателя; d — диаметр нагревателя; l — длина проволочки.

Схема экспериментальной установки приведена на (рис. 1).

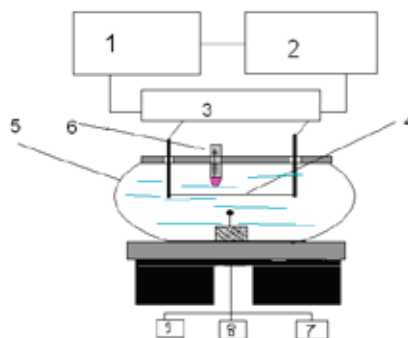


Рис. 1. Экспериментальная установка. Батарея аккумуляторов (1), управляемый регулятор мощности (2), измерительный сосуд (5), тепловыделяющий элемент (4), термометр (6), спектрометр ультразвуковой частоты (7240 Гц — 292 кГц) (7), спектрометр звуковой частоты (40 Гц — 20 кГц) (8), интегрирующий прибор (ИП) милливольтметр типа ВЗ-5 (9)

Диаметр медного цилиндрического нагревателя 55 мкм, длина 2,2 см. Экспериментальными жидкостями были выбраны водные растворы этанола, изоамилового и изобутилового спиртов, концентрация которых составлялась по весу органического компонента: вода-этанол до 70%, вода — изоамиловый спирт до 6% и вода-изобутиловый спирт до 7%. Выбор органических компонентов жидкостей связан с их техническими ценностями для производства.

Эти жидкости обладают уникальными теплофизическими свойствами, в отличие от однокомпонентных жидкостей [3].

Подготовленные нами составы смесей заливались в стеклянный сосуд (5). Нагревательный элемент присоединялся к токоведущим медным стержням с помощью специальных зажимов, обеспечивающих надежный контакт. Для измерения падения напряжения на рабочем участке был применен электронный вольтметр

(3) М-890G класса точности 0,5, концы которого присоединялись к медным стержням. В качестве источника тока служили две аккумуляторные батареи по 12 В и емкостью 75 А ч каждая. Электрическая нагрузка регулировалась электронным “регулятором мощности” (рис.2), который увеличивал мощность на нагревателе до момента его разрушения за 10 секунд. Это позволило снизить вероятность изменения состава низкокипящего элемента, у поверхности нагрева и удерживать постоянной температуру ядра жидкости.

Перед каждым измерением тепловой нагрузки q , медный цилиндрический нагреватель прокаливался на воздухе по всей длине.

Звукоанализирующая часть установки регистрировала интегральные характеристики (звуковое давление). Пьезокерамический гидрофон преобразовывал звуковую энергию в эквивалентный электрический ток и посылал его в анализаторы спектров.



Рис. 2. Управляемый регулятор мощности

Акустическое давление регистрировалось с помощью прибора ВЗ–5. Полученные кривые снимались в данной серии опытов при сохранении температуры ядра жидкости 24°C в пределах 3–5°C. в течение одного опыта. Акустиче-

ским датчиком являлся сферический гидрофон диаметром 1 см, сделанный из пьезокерамики ЦТС чувствительностью 6 мкВ/бар. Гидрофон помещался снизу, на расстоянии 6 см, от греющей проволоки по перпендикуляру к ней.

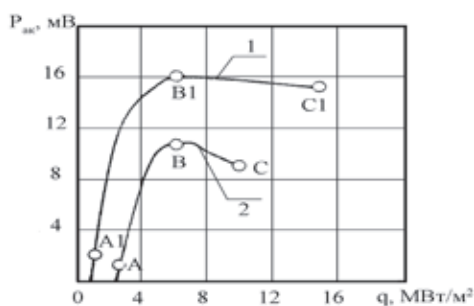


Рис. 3. Акустические кривые кипения

Интегральные уровни акустического давления $P_{ак}$ в относительных единицах как функции удельного теплового потока q в двух жидкостях: 1 — n-пропанол (20% по весу) — вода; 2-дистиллированная вода.

На рис. 3 представлены характерные зависимости уровней акустического давления ($P_{ак}$) от величины те-

пловой нагрузки в воде и бинарной смеси вода — 20% n-пропанол. Полученная зависимость называется акустической кривой кипения [1]. Начало вскипания жидкости характеризуется возникновением высокочастотных составляющих. В этот момент на поверхности нагревателя появляется пузырек [1]. Далее величина звукового давления возрастает вместе с тепловым потоком до некото-

рого уровня, затем этот рост замедляется, заканчиваясь как бы “уровнем насыщения”. При этом выявляется звуковой максимум данной кривой в довольно малой окрестности значений тепловой нагрузки, так что дальнейший рост приводит к некоторому уменьшению акустического давления. Максимум звукового давления соответствует критической плотности теплового потока. Отметим, что уровень звука в бинарной смеси с небольшой концентрацией органического компонента выше, чем в чистой жидкости при одинаковой тепловой нагрузке. Акустические максимумы, как

и критические тепловые потоки, принимают вполне определенные значения для каждой данной жидкости, т.е., по-видимому, могут рассматриваться в качестве характеристик процесса поверхностного кипения при данном сочетании твэл-жидкость. Этот эффект является общим свойством для указанных выше водных растворов.

В таблице 1 приведены данные измерения удельных тепловых потоков q и соответствующие им акустические давления $P_{ак}$ в кипящем составе ($x=8\%$ по весу органического элемента в воде) метил-этилкетон-вода.

Таблица 1

Рак, дБ	-17,1	-7,5	-3	0	4,7	14,4	15,8	16,2	17,0
q, Мвт/м ²	2,60	2,83	3,11	3,61	4,22	5,20	9,3	12	16,41

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о наличии определенной связи между $P_{ак}(x)$ и $q(x)$. Например, для системы н-пропанол-вода найдено уравнение связи следующего вида: $P_{ак}=1,27q-24,7$.

Теоретическое осмысление полученных экспериментальных фактов начнем с уравнения динамики роста пузырьков в перегретом слое жидкости

$$R\ddot{R} + \frac{3}{2}\dot{R}^2 = \frac{\Delta P}{\rho} \quad (1)$$

где R — радиус сферического пузырька, точками обозначена скорость и ускорение, ΔP — избыточное давление, ρ — плотность жидкости.

Решение этого уравнения показывает, что скорость расширения сферического пузырька в начальный период быстро возрастает, приближаясь к асимптотическому значению. Для асимптотической стадии роста справедливо соотношение

$$\frac{dR}{dt} R = \frac{6}{\pi\alpha} \frac{k^2 \Delta T^2}{\lambda^2 \rho} \quad (2)$$

где α — температуропроводность, k — теплопроводность жидкости, λ — удельная теплота парообразования, ΔT — температура перегрева жидкости, t — время.

Скорость движения стенки пузырька мала по сравнению со скоростью звука, поэтому можно считать, что

давление в импульсе на расстоянии r от пузырька равно

$$\Delta P \frac{R}{r}$$

Так как радиус зародышевого пузырька мал, то в уравнении (1) произведением $R\ddot{R}$ можно пренебречь, поэтому

$$\Delta P_r = \frac{3}{2} \rho \frac{R}{r} \left(\frac{dR}{dt} \right)^2 \quad (3)$$

Подставляя значение скорости из уравнения (2) в уравнение (3), получаем

$$\Delta P_r = \frac{\rho}{rR} \left(\frac{6}{\pi\alpha} \right)^2 \left(\frac{k\Delta T}{\lambda\rho} \right)^4 \quad (4)$$

Полученное выражение определяет величину звукового давления при заданном перегреве ΔT . Этому перегреву соответствует определенная величина плотности теплового потока.

Из описанных экспериментов следует вывод о том, что акустическая эмиссия, сопровождающая кипение жидкости, однозначно связана с ходом процесса теплообмена, конкретно с ростом плотности теплового потока. Это открытие дает возможность качественно изучить природу кризиса кипения бинарных смесей жидкостей, и открывает возможность для дистанционного управления процессом кипения.

Литература:

1. Lykov, E. V. Thermoacoustic effects in surface boiling liquids // Jnt. J. Heat Mass Transfer, 1972. V. 15. P. 1603–1614.
2. Петерсен, В. К., Залук М. Ж. Получение кривой кипения при регулировании процесса теплоотдачи. // Тр. Американского об-ва. — 1971. — № 4. — с. 90–94.
3. W. R. VanWijk., A. S. Vos., S. J. D. Stralen. Heat transfer to boiling liquid mixtures. // Chem. Eng. Sci. — 1956. — № 5. — P. 68–80.

Методы повышения тепловой и экологической эффективности энергоустановок с газовыми турбинами

Манежнов Владислав Геннадьевич, магистрант;
Сморозин Георгий Сергеевич, ассистент;
Копейкин Денис Андреевич, магистрант
Омский государственный технический университет

Энергетика является одной из основной отрасли, которая влияет на состояние всей экономики. Также она является одной из основных потребителей первичных энергоресурсов и оказывает большое влияние на окружающую среду.

В современных условиях рациональное использование топливно-энергетических ресурсов становится одним из важнейших направлений в развитии промышленности России. Большое количество исследований проводится в области энергосбережения и защиты окружающей среды. В частности, использование низкопотенциальной теплоты продуктов сгорания топлива для выработки электрической энергии и уменьшения вредных выбросов путем вымораживания части диоксида углерода из продуктов сгорания топлива.

Газотурбинные установки. Современными энергоустановками ТЭС являются паротурбинные установки (ПТУ), газотурбинные установки (ГТУ) и парогазотурбинные установки.

Паротурбинные установки на ТЭС являются наиболее распространёнными, ввиду того, что энергетика владеет большим опытом по их созданию и эксплуатации. Преимуществами паровая турбины являются то, что производится она в очень широком диапазоне мощностей, обладает высокой надёжностью и экономичностью. Однако паровая турбина поставляется отдельными элементами поэтому монтаж данных элементов занимает значительное время.

Рассмотрим более подробно газотурбинные установки, так как именно они затронуты в статье. В Установках данного типа увеличение температуры подводимой в цикл Брайтона теплоты с целью повышения экономичности решается легче, так как в качестве рабочего тела применяются продукты сгорания топлива с меньшим давлением, чем у пара. Огромный вклад в исследование эффективности ГТУ, способов её повышения внесли Ложкин А. Н., Зысин В. А., Андрищенко и т.д.

Как и в любой установке у ГТУ есть и преимущества, и недостатки.

Компактность является одним из важнейших преимуществ, так как отсутствует котёл, сжигание топлива происходит при высоком давлении. Ввиду компактность газотурбинную установку возможно доставлять автомобильным транспортом.

В установке отсутствует конденсатор и сложные технологические элементы. Поэтому 1 кВт установленной мощности на газотурбинной электростанции намного меньше, чем у ПТУ.

Высокая манёвренность также является преимуществом.

К недостаткам же можно отнести высокую стоимость используемого топлива.

Установки для комплексного получения теплоты и твердого диоксида. Важным пунктом работы является вымораживание твердого диоксида углерода (СО₂, «сухой» возможности получения низких температур, большой объемной и массовой холодопроизводительности, отсутствием влаги при переходе из твердого вещества в газообразное). Он находит широкое применение из-за простоты своего использования, возможности получения низких температур, большой объемной и массовой холодопроизводительности, отсутствием влаги при переходе из твердого вещества в газообразное.

В условиях научного и технического прогресса значительное снижение расхода топливно-энергетических ресурсов и снижение вредных выбросов в окружающую среду стало как никогда актуальной проблемой современности. Остро стоят вопросы энергоэффективного сжигания природного газа, мазута, и других видов органического топлива. Сейчас на теплостанциях, которые работают на природном газе, мазуте, угле отходы от его сжигания в пять раз превышают массу использованного топлива [1].

В окружающую среду вместе с продуктами сгорания топлива выбрасывается зола, в которой содержится в различных пропорциях огромное количество разнообразных химических веществ, продукты неполного сгорания топлива, диоксид углерода, окислы серы, азота и другие вещества, угрожающие нормальной жизни и здоровью человека. Так же в окружающую среду выбрасывается большое количество теплоты в виде горячих газов и подогретой воды. Все вышеперечисленное является общей проблемой почти всех энергетических установок не только в нашей стране, но и в мире.

Решением выше изложенных проблем может стать внедрение установок для комплексного получения теплоты и твердого диоксида углерода. С помощью таких установок можно не только уменьшить вредные выбросы в атмосферу, но и получать твердый СО₂ для промышленных и хозяйственных нужд. При получении «сухого льда» и теплоты в комплексе экономия топлива может составить до 40% от затрат топлива при раздельном их получении [2].

Задача нашего исследования состоит в нахождении оптимальных режимов работы установки для комплексного получения теплоты и твердого СО₂, и минимизации выбросов вредных веществ в окружающую среду.

В последние время ученые по всей планете озадачены проблемой парникового эффекта, причиной которого является чрезвычайно большие выбросы CO_2 в атмосферу 80% которых связано со сжиганием органических топлив. Разработка новых технологий и способов уменьшения таких выбросов является приоритетной задачей для мирового научного сообщества.

Существует немало методов улавливание CO_2 в мировой практике.

1. Абсорбционно-десорбционный (при таком способе с использованием алканоламина требуется повышение расхода топлива на единицу отпускаемой энергии в 1,3–1,4 раза больше, что приводит к снижению КПД примерно на 11%).

2. Вымораживание диоксида углерода из дымовых газов (при этом если улавливать 90% CO_2 КПД снижается на 12%).

3. Метод с использованием извести в топках кипящего слоя (при температуре до 800°C углерод вступает в реакцию с CaO и получается CaCO_3 , но для этого требуется CaO в 4 раза больше чем угля, и полезная теплота используется только на 15%)[3].

Все способы, описанные выше приводят к значительному снижению КПД и при практическом использовании фактически не обеспечивают потребности по уменьшению выбросов диоксида углерода в окружающую среду.

Существенно иная эффективность будет достигаться при применении в энергетике установок для комплексного получения теплоты, электричества и холода в виде кристаллического CO_2 (рис. 1).

Принцип работы такой установки заключается в подготовке продуктов сгорания топлива к их переработке. На первом этапе происходит процесс очистки от золы

в скруббере и отделении влаги в первом влагоотделителе. Второй этап — это повышение давления в компрессоре, и охлаждение в промежуточном холодильнике, и удаление из ПСТ влаги при помощи второго влагоотделителя. На третьем этапе продукты сгорания топлива проходят через регенеративный теплообменник, в котором их температура уменьшается до температуры перехода диоксида углерода из газообразного состояния в твердое, минуя жидкое, и далее уже поступают в турбодетандер, в котором происходит расширение ПСТ и кристаллизация CO_2 , а в сепараторе уже происходит его отделение шнековыми или другими устройствами.

Когда произошло охлаждение продуктов сгорания топлива и расширение в турбодетандере уходящие газы уже не являются греющим агентами, а являются рабочим веществом или даже холодильным агентом, за счет того, что их температура после этого значительно снизилась и приблизилась к температуре окружающей среды. Вследствие этого отсутствуют потери тепла в окружающую среду с уходящими газами.

Экологический эффект от применения таких установок очень высок, так как сопряжен с понижением загрязнения окружающей среды, а именно из-за понижения теплопотерь и существенному снижению выбросов в окружающую среду CO_2 .

У данной установке не только большой экологический эффект, но и практическая польза от выработки диоксида углерода. Он является важным технологическим продуктом, который находит применение не только в промышленности, но и во многих сферах народного хозяйства. В России 40% жидкого и 20% твердого CO_2 производится с помощью специального сжигания топлива. Установки для комплексного получения теплоты и твер-

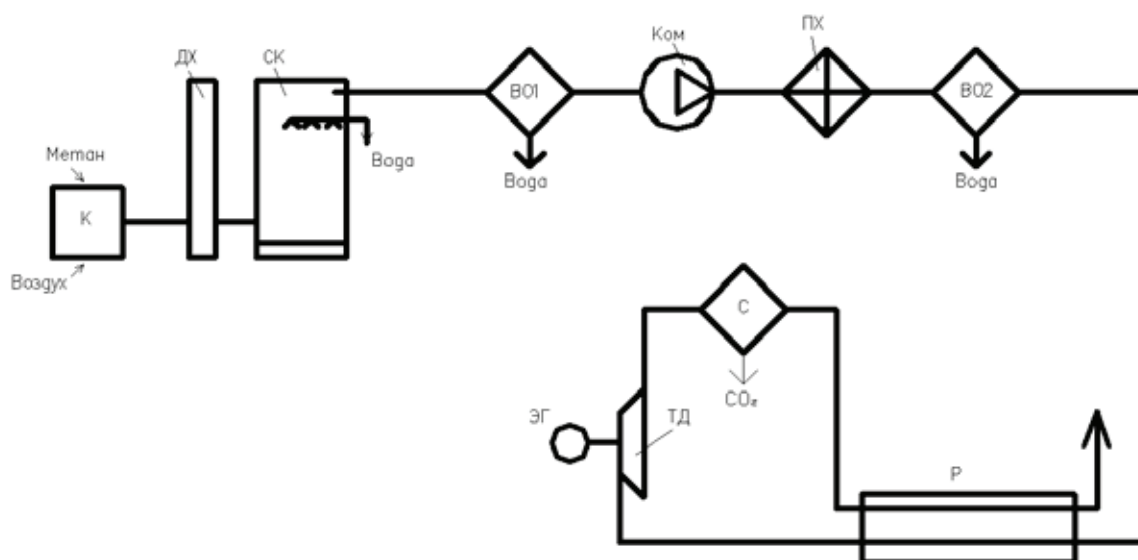


Рис. 1. Установка для производства CO_2 с турбодетандером: К — котельная; ДХ — дымоход; СК — скруббер; В01, В02 — влагоотделитель; Ком — компрессор; ПХ — промежуточный холодильник; Р — регенератор; ТД — турбодетандер; ЭГ — электрогенератор; С — сепаратор

дого диоксида углерода позволят экономить топливо на выработки твердого CO₂. Следовательно, исследование и реализация таких установок по вымораживанию диоксида углерода из продуктов сгорания топлива приведет к улучшению экологических и экономических показателей энергетических установок в нашей стране [4].

Методы повышения эффективности ГТУ. Шапошников В. В. в своей диссертации [1] повышает эффективность путём совершенствования схем и оптимизации параметров.

Существуют следующие методы повышения эффективности энергоустановок с газотурбинными установками:

1. Увеличение начальной температуры газов перед турбиной, благодаря чему повышается КПД установки. Это наиболее распространённый и наиболее перспективный метод.

2. Использование более совершенных конструктивных решений:

- a. жаростойких сталей и сплавов;
- b. термозащитных покрытий лопаток;

Литература:

1. Галдин, В. Д. Разработка элементов теории и анализ процессов расширения парогазовой смеси в турбодетандере [Текст]: диссертация докт. техн. наук: 05.04.04: защищена: 1998год. / Галдин Владимир Дмитриевич. — Омск, 1998. — 410 стр.
2. Дорохин, В. П. Перспективы применения детандер-генераторных агрегатов в топливно-энергетическом комплексе России [Текст] / В. П. Дорохин // Промышленный Сервис. — 2012. — № 4. с. 18–22
3. Кондратьев, Н. В. Коагуляция частиц твердого диоксида углерода при расширении продуктов сгорания топлива в турбодетандере [Текст]: диссертация канд. техн. наук: 05.04.03: защищена: 2004 год. / Кондратьев Николай Викторович. — Омск, 2014. — 124 стр.
4. Андреев, А. Р. Использование детандер-генераторных технологий как способ повышения эффективности работы котельных [Текст]: диссертация канд. техн. наук: 05.14.04: защищена: 2007год. / Андреев Александр Рудольфович. — Москва, 2007. — 145 стр.
5. Шапошников, В. В. Повышение эффективности ГТУ путём совершенствования тепловых схем и оптимизация параметров [Текст]: диссертация канд. техн. наук: 05.04.14: защищена: 2015год. / Шапошников Валентин Васильевич. — Краснодар, 2015. — 178 стр.

с. эффективной системы охлаждения лопаток.

3. Установка регенераторов, что позволяет снизить расход топлива и тем самым увеличить КПД энергоустановки. Но сами регенераторы довольно громоздки. Данная проблема решается путём использования напорной регенерации, дающая возможность повышения тепловой экономичности и сокращения поверхности теплообмена на 20–30%.

4. Увеличение работы расширения путём усложнения схем.

Вывод. В работе рассмотрены преимущества и недостатки применения газотурбинных установок. Исследования установок для комплексного получения теплоты и твердого диоксида углерода несет важный характер для защиты окружающей среды от вредных выбросов. Ее применение приводит к повышению энергоэффективности, за счет объединения двух процессов в один, а так же к уменьшению затрат на производство твердого CO₂ для производственных нужд. Рассмотрены основные методы повышения эффективности ГТУ.

Частотно-регулируемый асинхронный электропривод буровой лебедки

Муминов Маъруфжон Махмуд угли, магистрант;
Бойхонов Заилобиддин Урозали угли, магистрант;
Юлдашев Фазлиддин Нуриддинович, магистрант

Хашимов Арифжан Адилевич, доктор технических наук, профессор, научный руководитель
Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Беруни (Узбекистан)

Ключевые слова: буровая установка, частотно-регулируемый асинхронный двигатель, диапазон регулирования скорости, высоковольтный преобразователь частоты, широтно-импульсный преобразователь, закон регулирования частоты

В действующей буровой установки в приводе лебедки используется асинхронный двигатель с фазным ротором и электропривод неуправляемый. Для регулирования скорости вращения привода лебедки установлена коробка передач позволяющий регулировать скорость его в диапазоне 10: 1. Поэтому для повышения надежности, производительности

работы лебедки, а также с точки зрения экономичности работы лебедки заменяем асинхронный двигатель с фазным ротором на аналогичный асинхронный двигатель с к.з. ротором. Для управления двигателем выбираем частотный способ регулирования скорости его.

Номинальные технические параметры выбираемого асинхронного двигателя с к.з. ротором типа АЗ-12–39–6 привода лебедки: номинальная мощность — 320 кВт, номинальное напряжение — 6000 В, номинальная частота вращения — 985 об/мин, КПД — 92,0%, $\cos \varphi = 0,89$, кратность максимального момента — 2,2, кратность пускового момента — 1,2, кратность пускового тока — 6,0, момент инерции ротора — 37,5 кг.м².

Наиболее сложным элементом ПЧВМ является входной трансформатор, вторичные обмотки которого разделены на три группы — по пять обмоток в группе, имеющих фазовый сдвиг между напряжениями соседних обмоток. Каждая обмотка трансформатора подключена к силовому модулю — ячейке, состоящей диодного выпрямителя и однофазного IGBT — АИН с ШИМ. Система управления предполагает комбинированное управление мостовыми инверторами, т.е. часть звеньев работает в режиме ШИМ, часть звеньев управляется с выходной частотой преобразователя. Применение многоуровневого звена постоянного тока с комбинированной системой управления позволяет изготовить трехфазный высоковольтный инвертор с использованием приборов 17 класса.

Применение IGBT модулей значительно увеличивает надежность преобразователя, снижает массогабаритные показатели, уменьшает стоимость высоковольтной преобразователей техники для синхронного и асинхронного электропривода.

На рис. 1 начерчена разработанная функциональная схема частотно-регулируемого асинхронного электропривода буровой лебедки. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод состоит из следующих устройств: ПЧВМ — высоковольтный преобразователь частоты, ТС — силовой трансформатор питающий его, ДТ — датчик тока, ДН — датчика напряжения, ДМ — датчик момента, ДС — датчик скорости.

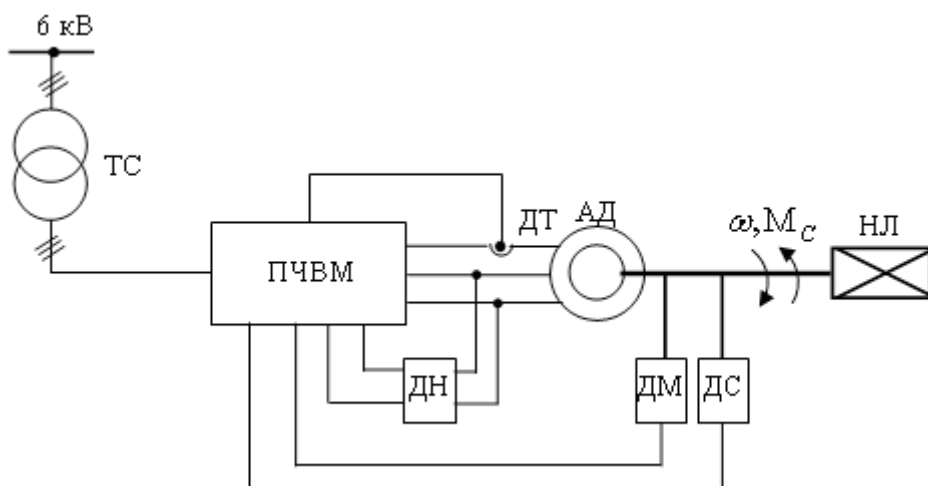


Рис. 1. Функциональная схема частотно-регулируемого асинхронного электропривода буровой лебедки

Частотно-регулируемый асинхронный электропривод буровой лебедки работает следующим образом. Регулируемая частота питающего тока статора АД задается, и напряжения статора будет устанавливаться по экономичному закону регулирования напряжения в зависимости от значения действующего значения момента сопротивления буровой лебедки.

Для управления скоростью частотно-регулируемого асинхронного двигателя буровой лебедки используем экономичный закон управления частотой.

Общие потери асинхронного двигателя типа АЗ-12–39–6 определим с помощью выражения КПД:

$$\Delta P_{\Sigma} = (1 - \eta) \sqrt{3} \cdot U_{\lambda} \cdot I_1 = (1 - 0,92) \cdot \sqrt{3} \cdot 6000 \cdot 37,7 = 0,08 \cdot 1,73 \cdot 6000 \cdot 37,7 = 31306 \text{ Вт} = 31,6 \text{ кВт}.$$

Активная мощность, потребляемая из сети асинхронного двигателя:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_{\lambda} \cdot I_1 \cdot \cos \phi_{\text{H}} = \sqrt{3} \cdot 6000 \cdot 37,7 \cdot 0,89 = 348280 = 348,286 \text{ кВт}.$$

Реактивная мощность асинхронного двигателя, потребляемая из сети

$$Q = \sqrt{3} \cdot U_{\lambda} \cdot I_{\text{ном}} \cdot \sin \phi = \sqrt{3} \cdot 6000 \cdot 37,7 \cdot 0,456 = 178,42 \text{ квар}.$$

Полная мощность, потребляемая из сети асинхронного двигателя:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{348,286^2 + 178,42^2} = \sqrt{121303,13 + 31841,66} = 391,34 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Для практических расчетов удобно выразить основных параметров асинхронного двигателя через момент сопротивления на валу, кратность максимального момента и соответствующие значения параметров при номинальном режиме.

Вращающий момент. Кратность максимального момента $b_{ном}$ изменяется пропорционально квадрату напряжения и обратно пропорционально квадрату частоты.

Отношение максимального момента к моменту сопротивления на валу

$$b_c = \frac{b_{ном} \cdot \gamma^2}{\mu_c \cdot \alpha^4}, \tag{1}$$

где $\mu_c = \frac{M_c}{M_{сном}}$ — относительное значение момента сопротивления на валу двигателя; $\gamma = \frac{U_L}{U_{Лном}}$ — относительное

изменение напряжения двигателя; $\alpha = \frac{f_1}{f_{1ном}}$ — относительное изменение частоты напряжения двигателя.

Если асинхронный двигатель работает с нагрузкой, отличной номинальной, т. е. при моменте $\mu_c = \frac{M_c}{M_{НОМ}}$ (M_c — момент сопротивления на валу двигателя), то кратность максимального момента по отношению к этому значению момента сопротивления будет равна:

$$b_c = \frac{M_{МАКС}}{M_c} = \frac{b_{ном} \cdot \gamma^2}{\mu_c \cdot \alpha^2}. \tag{2}$$

Если пренебречь активным сопротивлением обмотки статора, то критическое скольжение будет изменяться обратно пропорционально частоте,

$$s_{крf} \approx \frac{s_{кр} \cdot f_{1ном}}{f_1} = \frac{s_{кр}}{\alpha}. \tag{3}$$

Формулу Клосса для частотно-регулируемого асинхронного двигателя запишем в упрощенном виде:

$$M = \frac{2 \cdot b_{ном} \cdot \gamma^2 \cdot M_{НОМ}}{\frac{s_{кр}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{кр}}}, \tag{4}$$

где $s_{кр}$ определено при номинальной частоте.

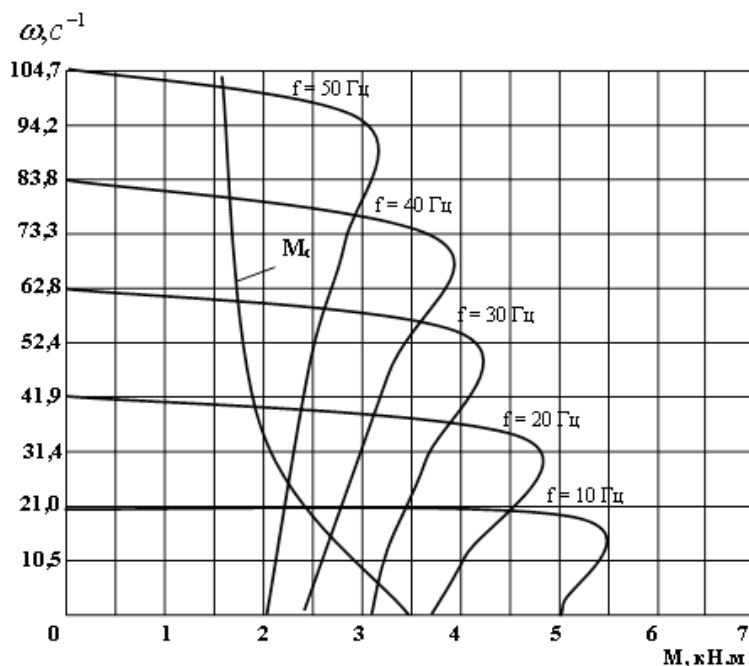


Рис. 2. Механические характеристики частотно-регулируемого асинхронного двигателя АЗ-12-39-6 буровой лебедки для экономичного закона частотного управления

Для значений частоты $\alpha = 0,8; 0,6; 0,4; 0,2$ рассчитываем механические характеристики асинхронного двигателя по (4) и построим механические характеристики асинхронного двигателя (см. рис.2).

Таким образом, использования экономичного закона частотного управления асинхронным электроприводом буровой лебедки позволяет значительно экономить электроэнергию буровой установки.

Литература:

1. Imomnazarov, A. T. Neft va gaz konlarining elektr jihozlari. O'quv qo'llanma. — Toshkent: «CHO'LPON», 2007. — 145 b.
2. Imomnazarov, A. T. Ekektromexanik tizimlarning elementlari. Darslik. Toshkent: «Ta'lim», 2009. — 155 b.
3. Hoshimov, O. O., Imomnazarov A. T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik. 2 — nashr. Darslik. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. — 155 b.
4. Имомназаров, А. Т., Аъзамова Г. А. Асинхрон моторларнинг энергия тежамкор иш режимлари. Монография. — Тошкент: ТошДТУ, 2014. — 140 б.

Анализ перспектив развития производства исходных солей для электролиза алюминия в Таджикистане

Низов Василий Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Назаров Зафар Саидмуродович, аспирант

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

Металлургия в Таджикистане по объему потребления энергии представлена в первую очередь электролизом алюминия. Предприятие построенное в 70-х годах прошлого столетия одним из последних на территории бывшего СССР использует электролизеры с обожженными анодами. В силу сложившихся обстоятельств Таджикистан в настоящее время не располагает собственной сырьевой базой, а ее развитие невозможно без оценки энергетических ресурсов республики, основу которых составляют гидроэнергетические установки, расположенные на реках. В статье представлен статистический анализ энергопотребления и оцениваются перспективы повышения технико-экономических показателей ГУП «Талко» на ближайший период жесткого дефицита энергетических ресурсов. Обосновывается необходимость использования ресурсов, накопленных в действующих шламохранилищах и перспективы использования литиевых добавок в электролит на основе гидроминеральных ресурсов республики.

Ключевые слова: электролиз алюминия, литиевые добавки, шламовые отходы, энергообеспеченность

Таджикистан — горная страна в Центральной Азии, не имеющая выхода к морю, площадь территории которой составляет 143.000 км². Примерно половина территории страны расположена выше 3.000 метров над уровнем моря; горы занимают около 93% территории. Низменные участки расположены в долинах рек. Общая установленная мощность по производству электроэнергии в Таджикистане составляет 5.244 МВт (2013 г.), в т.ч. 5211 МВт мощности гидроэлектростанций (более 99%). Около половины всей электроэнергии потребляет местная алюминиевая компания

ГУП «ТАЛКО». Вторым по величине потребителем является сектор домохозяйств (26%), затем идет сельскохозяйственный сектор, где электроэнергия используется в основном в летние месяцы при орошении.

Таджикистан испытывает трудности в связи со значительной нехваткой электроэнергии в зимние месяцы, что обусловлено рядом факторов: высоким спросом на электроэнергию для отопления жилья зимой, потерей источ-

ника импорта электроэнергии и газа начиная с 2009 года и зависимостью от гидроэнергетической системы, мощность которой снижается в зимний период в связи с низким уровнем речного стока. Лишь Нурекская ГЭС имеет собственное водохранилище, все другие гидроэлектростанции — руслового типа, их мощность падает зимой в связи со снижением речного стока. Нурекская ГЭС составляет основу энергосистемы Таджикистана, на ее долю приходится более 60% установленной мощности. Именно она обеспечивает производство алюминия, которое является безоговорочным лидером в техно сфере Таджикистана. В силу исторических причин исходные компоненты (глинозем, фторидные соли, анодные блоки) с момента возникновения электролиза в Таджикистане в 70 годах поставлялись из внешних по отношению к республике источников. Прекращение существования СССР в этом смысле отрицательно отразилось на экономике Таджикистана [1].

Оценочные значения возможности экономии энергии в ГУП «ТАЛКО» основаны на результатах энергетиче-

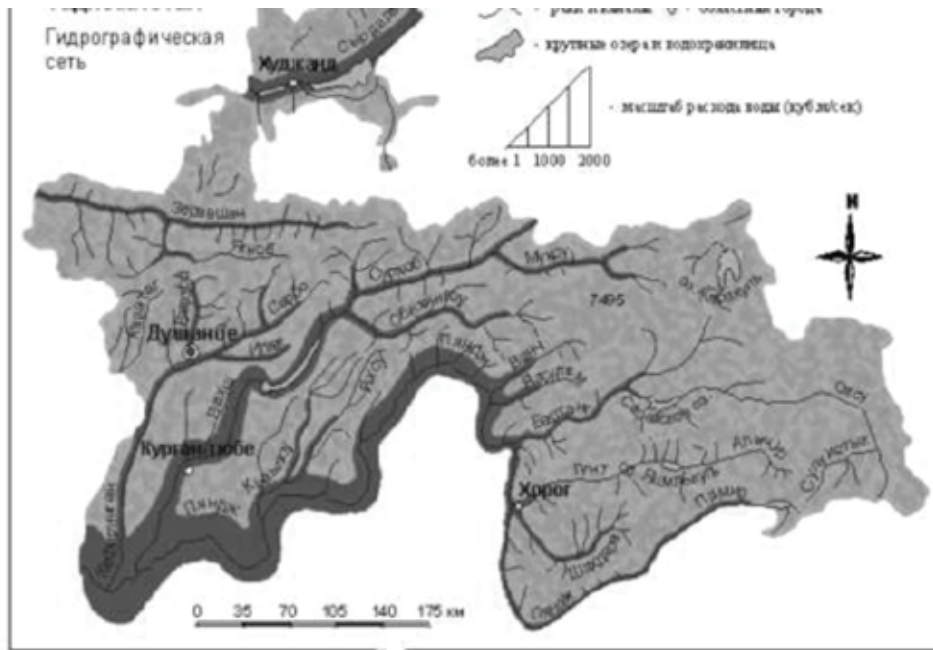


Рис. 1. Водные артерии Таджикистана

ского аудита, проведенного компанией NorskEnergy19 для таджикской алюминиевой компании в 2012 году [2]. Основной вывод по итогам аудита заключался в том, что компания обладает большим потенциалом в области энергосбережения в отношении таких процессов, как электролиз, производство угольных анодов и всех типов вспомогательного оборудования. Общая расчётная экономия электроэнергии и природного газа составляет:

- 0,95 ТВт.ч/год — электролиз;
- 0,17 ТВт.ч/год — производство анодов;
- 0,23 ТВт.ч/год — заводские услуги.

Большая часть мер общей стоимостью 87 млн. долл. США в 2013–2017 годах может окупиться за четыре

года. Эти меры помогут значительно сократить зимний дефицит энергии — на 531 ГВт. На Рис.2 представлена динамика помесичной выработки электроэнергии в 2005–2010 годах и характерная потребность, отнесенная к 2009 году.

Устойчивый дефицит энергии в зимние месяцы подтверждён статистически. Исходя из представленных данных возможности развития производств сырья для электролиза алюминия на основе местных образований глиноземсодержащего сырья выглядят крайне проблематичными не только на ближайшую, но даже и на более отдаленную перспективу. В любом случае какие-то реальные возможности просматриваются только в том ва-

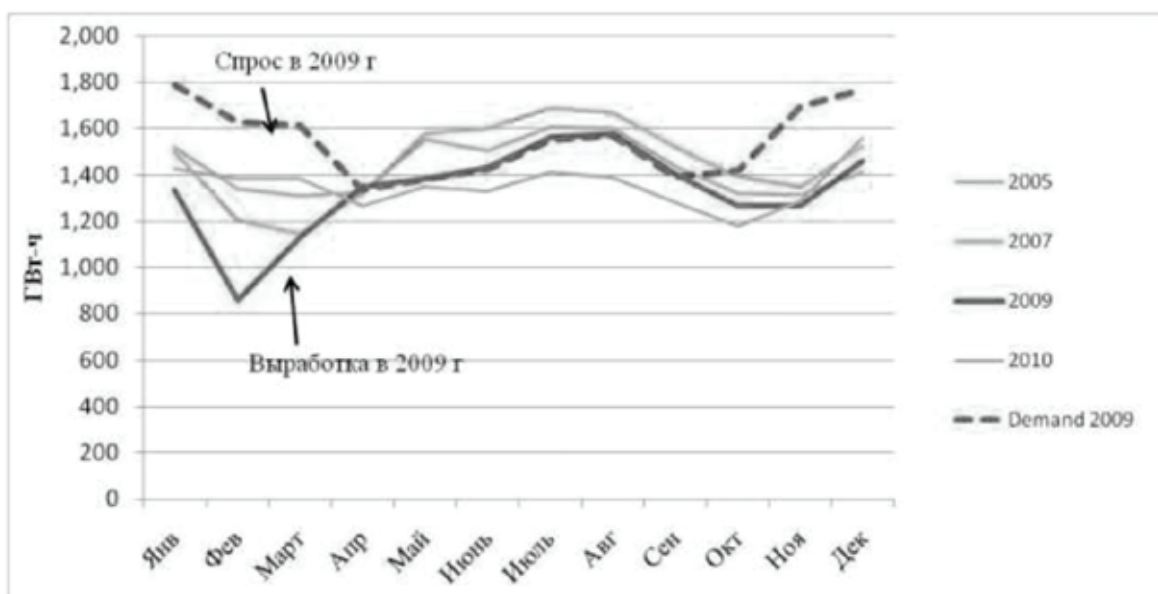


Рис. 2. Соотношение месячных объемов, вырабатываемой энергии

рианте, когда неизбежные затраты энергии на производство будут находиться в противофазе зависимостей, представленных на рисунке. А это значит, что производство должно быть настроено на сезонный характер с интенсивной нагрузкой в летние месяцы и практически полной остановкой в зимние. Вполне естественно, что возможности развития производственного сектора Таджикистана, следует искать в снижении удельных энергозатрат на производство алюминия.

За последние годы мировая алюминиевая промышленность сталкивается с продолжающейся тенденцией низких цен. Цены на алюминий стали исключением при восстановлении мирового рынка товаров. На мировом рынке алюминия в 2011 году спрос превысил на 1.6 миллионов тонн, удерживая цены ниже 2,000 долларов США/за метрическую тонну (МТ). Снижение спроса и увеличение производства алюминия в Китае, выросшее с 2.8 миллионов МТ в 2000 году до 17.8 миллионов МТ в 2011 году считается основным фактором, оказывающим влияние на такую тенденцию. В 2011 году завод ТАЛКО произвел 280,000 МТ.

Несколько международных алюминиевых компаний начали реагировать на ситуацию с низкими ценами, применяя различные стратегии. Компания Rusal сократила производство до 150,000 МТ в 2012 году; компания Alcoa закрыла свои заводы в Италии и Испании; компания Rio Tinto закрыла свой завод Lynemouth в Великобритании; Компания Norsk Hydro законсервировала свой завод в Австрии; компания Klesch закрыло про-

изводство в Нидерландах; компания Bosnia's Aluminij Mostar объявила о сокращении продукции на 12.5%; компания Ormet планирует закрыть шесть линий электролиза в США.

Мировой опыт производства алюминия показывает, что наиболее значимым фактором снижения удельных энергозатрат и уменьшения экологической опасности является использование микродобавок в электролит и наиболее действенным компонентом в этом смысле являются соединения лития. Устойчиво снижается температура процесса и повышается выход по току [4].

Основная идея, основанная на учете отмеченных тенденций, состоит в использовании литиевых соединений в качестве реагентов для переработки шламовых отходов, накопленных за многие годы и возврата ценных компонентов в процесс электролиза в виде вторичных фтор-литий содержащих солей. Литиевые соли в настоящее время по относительно приемлемым ценам могут быть приобретены, к примеру, в Чили в виде карбоната. В дальнейшем, при правильной научно-технической политике вполне вероятно рассматривать использование собственных ресурсов в виде минерализованных литий содержащих подземных вод, наличие которых доказано в Таджикистане [5]. С учетом разработок новосибирской научной школы с использованием избирательных сорбентов [3], сезонные производства литиевых добавок и использование их при переработке шламов электролиза прошлых лет совсем не выглядит сугубо научной фантазией.

Литература:

1. Стаггинс, Г., Шарабарофф А., Семиколенова Я. Обобщение опыта успешной реализации программ по энергоэффективности, Всемирный банк, 2012 г., 74стр.
2. Всемирный банк (сентябрь 2012 года). Энергетический аудит «ТАЛКО» — алюминиевой компании Республики Таджикистан.
3. Коцупало, Н., Рябцев А. Химия и технология получения соединений лития из литиеносного гидроминерального сырья. Новосибирск: Гео, 2008 г., 300 стр.
4. Янченко, Н. И. Ресурсосберегающая технология производства алюминия из криолито-глиноземных расплавов с добавками соединений лития. Дис. к. т. н., Иркутский гос. Тех. Университет. 2002 г. 173 стр.
5. Крат, В. Н. Минеральные лечебные, термальные и промышленные подземные воды Таджикистана. Душанбе: Дониш, 1985. 37 стр.

Разработка газотурбинного двигателя в плоскости системной инженерии

Николенко Виктор Юрьевич, кандидат технических наук, директор центра проектирования
АО «Технодинамика» (г. Москва)

Рыбкин Дмитрий Владимирович, студент
Высшая школа системного инжиниринга Московского физико-технического института

В статье представлены некоторые возможности развития существующей системы разработки газотурбинного двигателя (ГТД) с помощью системно-инженерного подхода. Выявлены наиболее важные параметры, влияющие на сроки и стоимость разработки авиадвигателя.

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, системный инжиниринг, системная инженерия, архитектура системы, разработка, эскизный проект

Введение

Создание газотурбинного двигателя согласно действующему со времен СССР ГОСТ 2.103–2013 на стадии разработки включает этапы:

- разработка технического задания на проектирование (ТЗ);
- разработка технического предложения;
- выполнение эскизного проекта;
- выполнение технического проекта;
- разработка конструкторской документации.

Здесь нет описания связей между этапами и процессами разработки двигателей. На отечественных предприятиях происходит разделение на отделы по специальности, которые связаны между собой только за счет множества совещаний, которые зачастую противоречат друг другу, в зависимости от организатора и состава. Каждое предприятие методом проб и ошибок самостоятельно разра-

батывало ГТД, опираясь на авторитарное мнение одного человека — главного (генерального) конструктора, отвечающего не только за разработку, но и за сроки, бюджет и т.д. Как известно из психологии, один человек может держать в голове одновременно не более 7 задач. Тогда как количество задач, которые одновременно необходимо решать при разработке газотурбинного двигателя, доходит до нескольких тысяч. Нетрудно понять, что одному человеку, даже очень хорошо подготовленному, такая задача не по силам. Большинство задач возникают и решаются «по ходу дела». Отсюда возникают огромные затраты по времени, средствам и человеческим ресурсам.

Системно-инженерный подход

Есть необходимость упорядочить и систематизировать отношения между участниками процесса разработки двигателя. Для решения такой задачи возможно

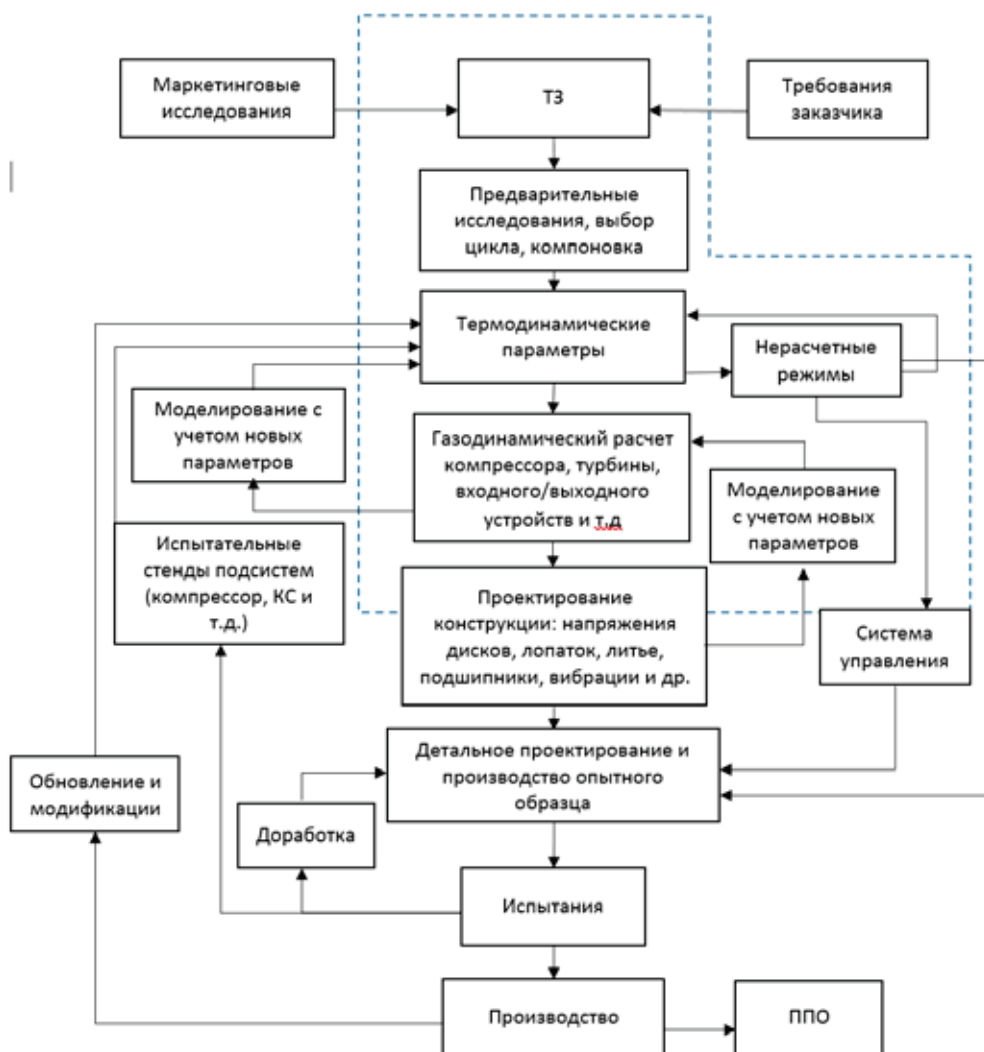


Рис. 1. Схема разработки ГТД

применить системно-инженерный подход к разработке новых продуктов, в нашем случае к разработке ГТД, где предусмотрена методология эффективного использования имеющегося инструментария и технологий взаимосвязей.

На начальном этапе проекта нужно создать единую дорожную карту разработки двигателя, все шаги в ней зависят от опыта предприятия и располагаемых ресурсов. В общем виде схема разработки представлена ниже [1].

Область, выделенная пунктиром, является одной из самых важных составляющих в разработке двигателя, ошибки на этом этапе ведут к многократному увеличению сроков, бюджета и, при неудачном выборе исходных решений, к возможному закрытию проекта нового двигателя. Одной из причин таких ошибок является недостаточная проработка требований к двигателю и, как следствие, к его подсистемам, что ведет к неоднозначной трактовке требований со стороны участников процесса разработки.

При классическом подходе к разработке заказчик передает ТЗ на двигатель исполнителям, ТЗ согласуется по пунктам, предложенным заказчиком, и исполнитель приступает к разработке на основе полученных «базовых» требований. Далее, их нужно переформатировать в технические требования (т.е. непосредственно реализуемые в конструкции), а также декомпозировать на требования к входящим подсистемам и компонентам будущего изделия.

В результате происходит пересогласование требований на стадии проектирования, далее испытаний и т.д. Это происходит в связи с тем, что заказчик, безусловно, знает общие принципы, возможности, структуру ГТД и т.п., но при этом его знания являются «пользовательскими», он не может смотреть на возможность выполнения требований «со стороны разработчика». Например, заданный им вес изделия выявляется после конструктивной проработки проекта, с учетом выполнения в конструкции большого количества других параметров.

В системно-инженерном подходе (СИ) требования являются системообразующим началом. Без четкой формулировки всей пирамиды (иерархии) требований нет возможности успешно продолжать работу. Требования подразделяются на внешние (заказчика) и внутренние (системные). Должны быть учтены даже те требования, о которых заказчик на стадии предложенного ТЗ ещё не знает. Важно понимать, что ответственность за невыполнение лежит не на заказчике, а на инженерах, исполнителях. Поэтому в формулировке и документировании требований должны участвовать все заинтересованные стороны без исключений. На схеме ниже (рис. 2) представлен предварительный этап процесса разработки в СИ, на нем можно увидеть важность вышесказанного, связь фундаментальных и детализированных требований на всех уровнях подготовки к проектированию ГТД.

На представленной схеме упоминается ещё одно базовое понятие процесса разработки — архитектура си-

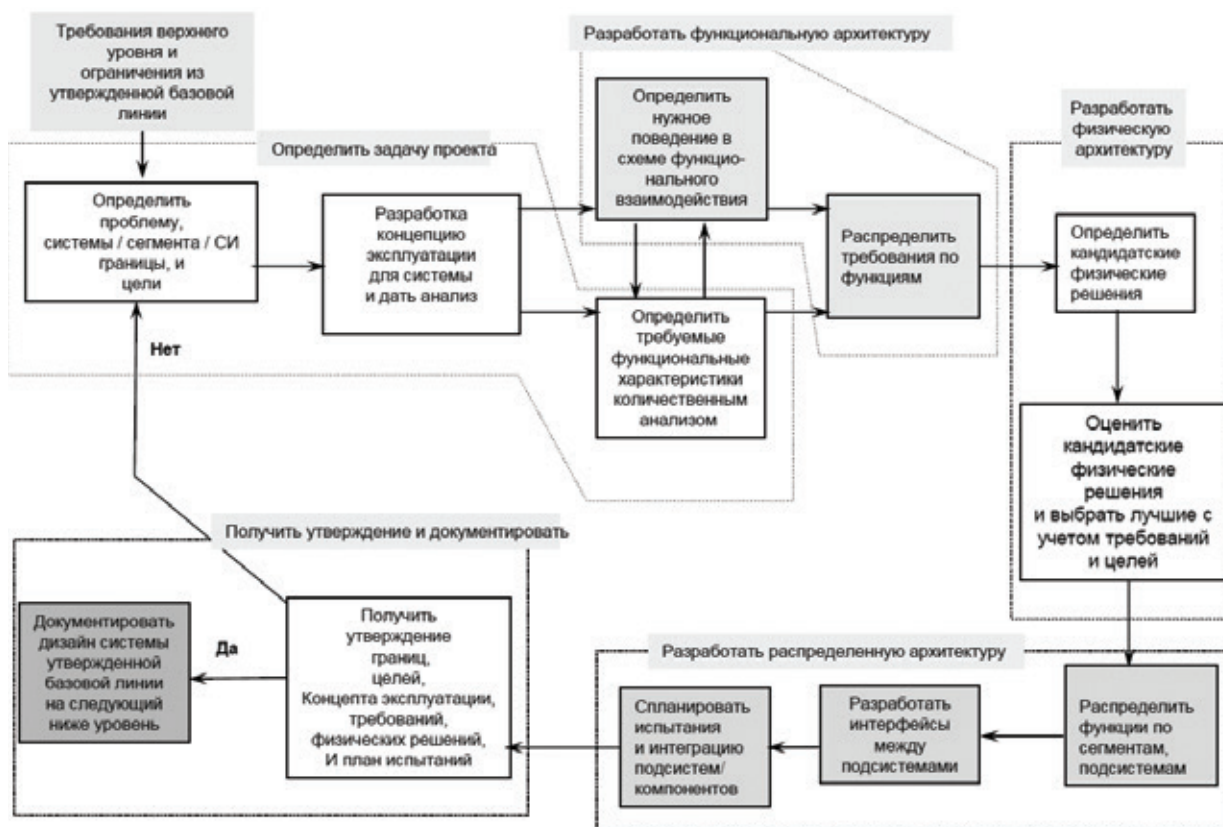


Рис. 2. Подготовка к процессу разработки в СИ

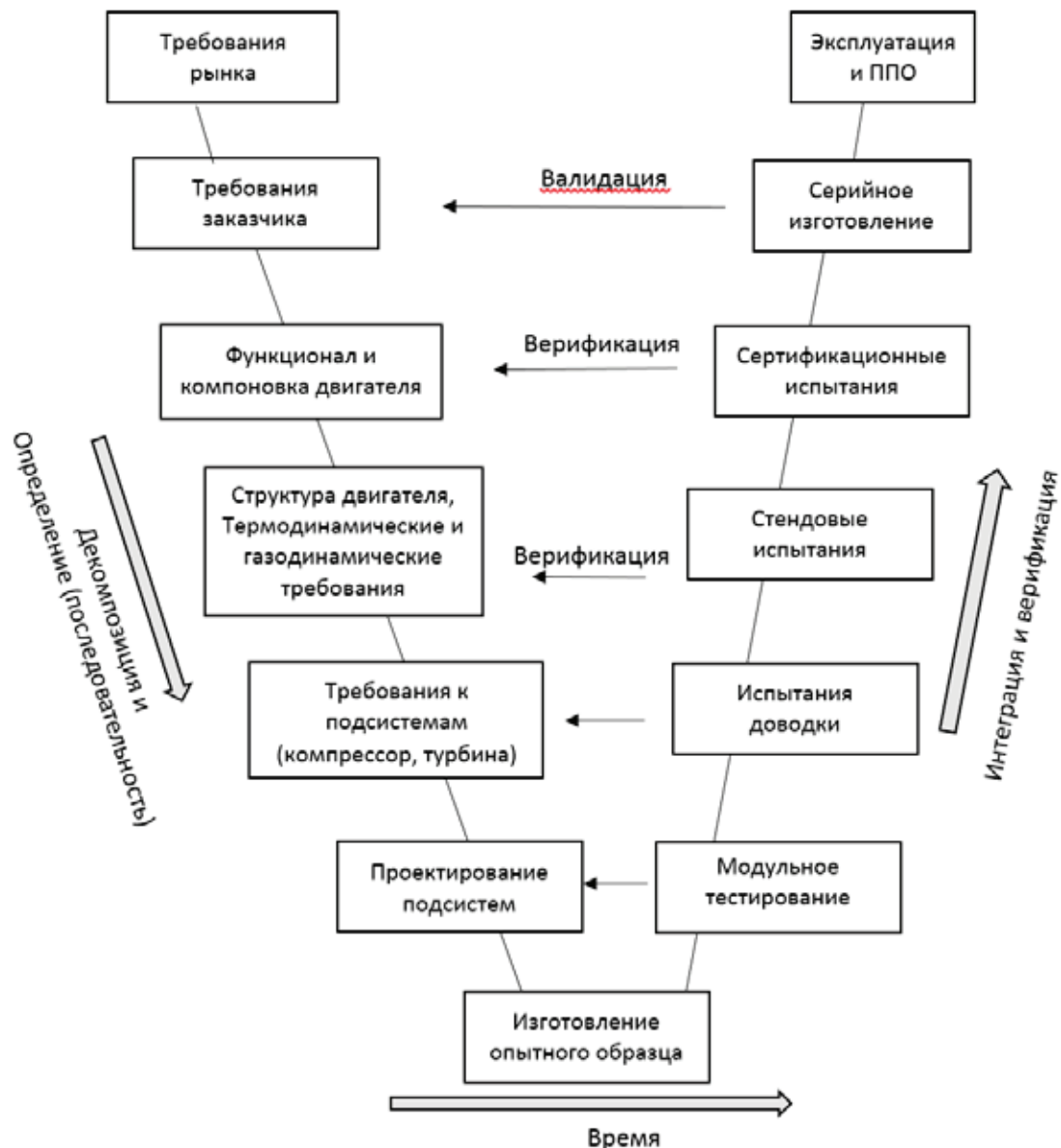


Рис. 3. V-модель процесса разработки ГТД

стемы. Первоначально её определяют требования и ограничения верхних уровней — архитектурные требования (вес двигателя, габариты, удельный расход топлива и т.д.). Архитектура проекта/системы представляет собой пространство, ограниченное периметром, все дальнейшие решения могут быть только внутри заданного периметра. Предположим структура двигателя определена: компрессор, камера сгорания, турбина и т.д., турбина может быть двухступенчатая, а может быть и трехступенчатая, главное она должна удовлетворять требованиям и ограничениям, описывающим упомянутое выше пространство. Архитектурное описание содержит элементы привычного нам эскизного проекта, служит базой для выдачи заданий ниже по структурной декомпозиции работ.

Архитектура системы включает:

- физические характеристики (структура);
- функции (поведение);
- параметры (производительность);

- технологию;
- стоимость;
- риски;
- ограничения;
- границы системы;
- интерфейсы системы.

В рамках данной статьи рассматриваются пункты, не используемые в традиционных подходах проектирования.

Дальнейшая разработка продукта на каждом этапе, после каждой итерации, «сверху вниз» (декомпозиция) и «снизу вверх» (синтез решения), обязательно проверяется на соответствие архитектуре системы. Тем самым минимизируются потери с начальных стадий разработки до конечных, мобилизуя большие ресурсы на выработку проектных решений на первоначальном этапе. Такая схема разработки в системной инженерии контролируется процессами верификации и валидации. Наглядно представить эти процессы, наряду с вышесказанными

описаниями требований и архитектуры двигателя, возможно в виде V-диаграммы/V-модели (рис. 3), широко известной в системном инжиниринге [2].

В этой диаграмме наглядно показаны описанные выше составляющие и преимущества системно-инженерного подхода. Каждый этап верифицируется. Процесс верификации и валидации занимает около 30% затрат на разработку, но эти затраты оправданы, так как позволяют пошагово фиксировать соответствие требованиям на всех уровнях разработки. В настоящее время, с активным развитием в сторону качества соответствующего программного обеспечения, существует возможность снизить эти затраты — некоторые испытания и тесты можно проводить на виртуальных моделях двигателя или подсистем. Соответствие таких тестов натурным испытаниям контролируется по ограниченному объему натуральных испытаний, и по некоторым позициям достигает 99%. Отсутствие верификации хотя бы на одном из нижних уровней может привести далее к многократному увеличению стоимости и сроков всей разработки. Важно отметить, что процесс валидации (приемки) должен не только удовлетворить ТЗ на двигатель, но и удовлетворять использующей системе (воздушному судну) в состав которой входит разработанная система (двигатель), являющаяся в этом случае подсистемой.

Литература:

1. Aircraft engine design / Jack D. Mattingly, William H. Heiser, David T. Pratt. 2nd ed. p. cm. (AIAA education series). — 21p.
2. Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge, INCOSE SEBoK v. 1.5.1, released 18.12.2015—264p.

Экспериментальное исследование теплообмена при испарении капли воды с теплонапряженной поверхности

Романов Виктор Викторович, кандидат технических наук, доцент;
Прохорова Анастасия Игоревна, магистрант;
Копылова Ольга Александровна, магистрант
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

Изучению процесса испарения капли с поверхности нагретая, было посвящено множество работ [1,2]. Нужно заметить, что испарение капли, имеющей диаметр до нескольких миллиметров, протекает весьма скоротечно. Большинство исследований сделанных ранее, были выполнены на оборудовании, не позволяющих достоверно оценить теплотехнические параметры испаряющейся капли [3,4]. Капля жидкости, нанесенная на поверхность металла, нагретого до высокой температуры, будет существовать долгое время, приняв форму сфероидальной, отделяющегося оболочкой пара от нагретой поверхности металла [5]. Это явление было описано еще в 1756 г. Лейденфростом. Характерно, что возникновение этого состояния сопровождается затруднением от-

Заключение

В статье представлены возможности усовершенствования существующей системы разработки ГТД с помощью системно-инженерного подхода. Указаны рекомендации к определению требований к системе с акцентом на их важность, понятие архитектуры системы. Представлена схема разработки двигателя с верификационно-валидационными процессами. Всё вышеперечисленное является первоначальными шагами, фундаментом к построению системы разработки двигателей, позволяющей быть конкурентоспособной на рынке авиации, за счет снижения затрат и времени на разработку, и, как следствие, снижению стоимости газотурбинного двигателя и его жизненного цикла.

Используемые сокращения

ГТД — газотурбинный двигатель,
ТЗ — техническое задание,
ППО — послепродажное обслуживание,
КС — камера сгорания,
СИ — системный инжиниринг.

вода тепла от нагретой поверхности пузырьком, что является нежелательным явлением во многих устройствах современной теплотехники, приводящие к пережогу теплонапряженных поверхностей. Поэтому исследование теплообмена при испарении жидкости с теплонапряженных поверхностей являются актуальными для авиационной, металлургической, холодильной отрасли энергетики.

По нашему мнению возникновение сфероидального состояния капли предшествует момент появления зачатка “парового сфероидальной”. Как показали наши эксперименты это происходит в момент наибольшей скорости испарения капли, т.е. при наибольшей ее массовой скорости испарения v .

Цель нашей работы была связана с экспериментальным изучением времени t , массовой скорости v и коэффициента теплоотдачи α при испарении капли воды с сильно нагретой поверхности. Исследовалась и рассчитывалась массовая скорость испарения, а так же коэффициент теплоотдачи при прямом нагревании тепловой поверхности и ее остывании.

Методика расчета

Методика данного опыта состояла в следующем. Вначале была исследована скорость и температурный интервал наиболее быстрого испарения капель воды при прямом нагреве пластины. На массивную латунную горизонтальную поверхность, помещенной в электрическую печь, наносилась капля массой 30 мг, электрическим секундомером определялось время ее полного испарения (t). Опыт проводился в интервале температур от 100°C до 220°C. Температура теплонапряженной поверхности регистрировалась хромелькопелевой термопарой, с точностью 0,5 °C, впаянной на глубину 1 мм от поверхности нагрева.

Необходимое количество тепла получаемой каплей при испарении определялось формулой (1).

$$Q = Q_1 + Q_2, \tag{1}$$

$$\text{Или } Q = m_k \cdot c(t_{кип} - t_0) + m_k \cdot r,$$

где Q — общее количество тепла, Дж;

Q_1 — количество тепла, необходимое для нагрева жидкости до температуры кипения, Дж; Q_2 — количества тепла, необходимое для осуществления фазового перехода из жидкого состояния в парообразное, Дж;

m_k — масса капли жидкости, кг;

c_p — теплоемкость жидкости, Дж/(кг°C)

$t_{кип}$ — температура кипения жидкости, °C;

t_0 — начальная температура жидкости в капле, °C;
 r — теплота фазового перехода (скрытая теплота парообразования), Дж/кг.

Тепловая нагрузка определяется по формуле (2):

$$N = \frac{Q}{\tau}, \tag{2}$$

где τ — время испарения (с).

Тепловой напор определяется по формуле (3):

$$\Delta t = t_{ст} - t_{воды}, \tag{3}$$

где $t_{ст}$ — температура поверхностного нагрева, (°C)

Коэффициент теплоотдачи определяется по формуле (4):

$$\alpha = \frac{Q}{\Delta t \cdot F_n \cdot \tau}, \tag{4}$$

где F_n м² — площадь поверхности пятна капли, с нагретой поверхности, которую определили экспериментально, при $t = 120^\circ\text{C}$.

Массовая скорость испарения рассчитывается по формуле (5):

$$w = \frac{m_k}{\tau}, \tag{5}$$

Удельная производительность по испаряемой влаге формула (6):

$$W = \frac{m_k}{\tau \cdot F_n} \tag{6}$$

Аналогично можно рассчитать все параметры для каждого периода нагревания капли. Обработка данных, полученных при капельном испарением воды, показала, что средний коэффициент теплоотдачи равен примерно от 11 500 до 600 000 Вт/(м²°C).

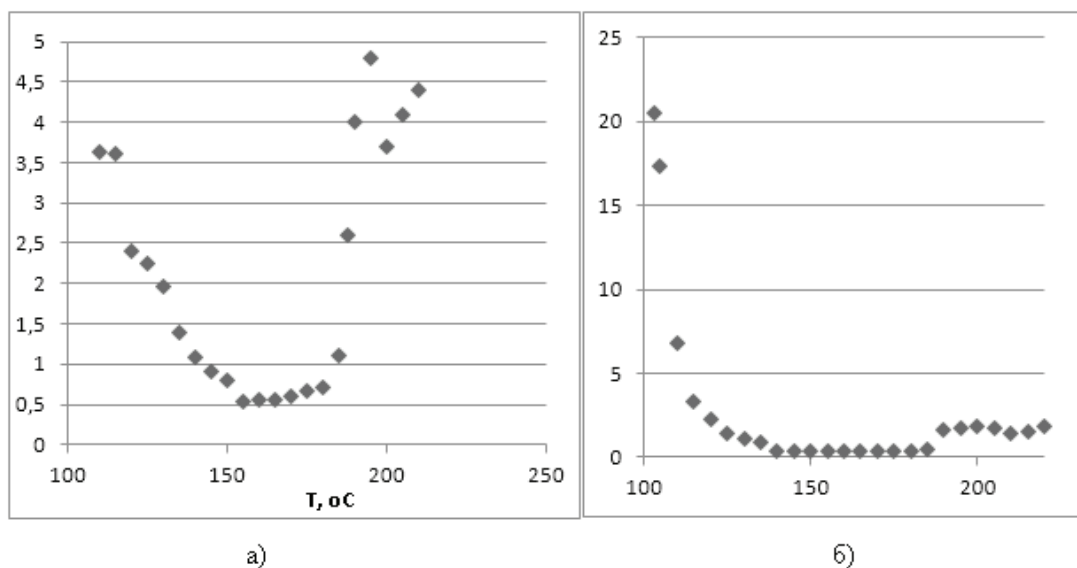
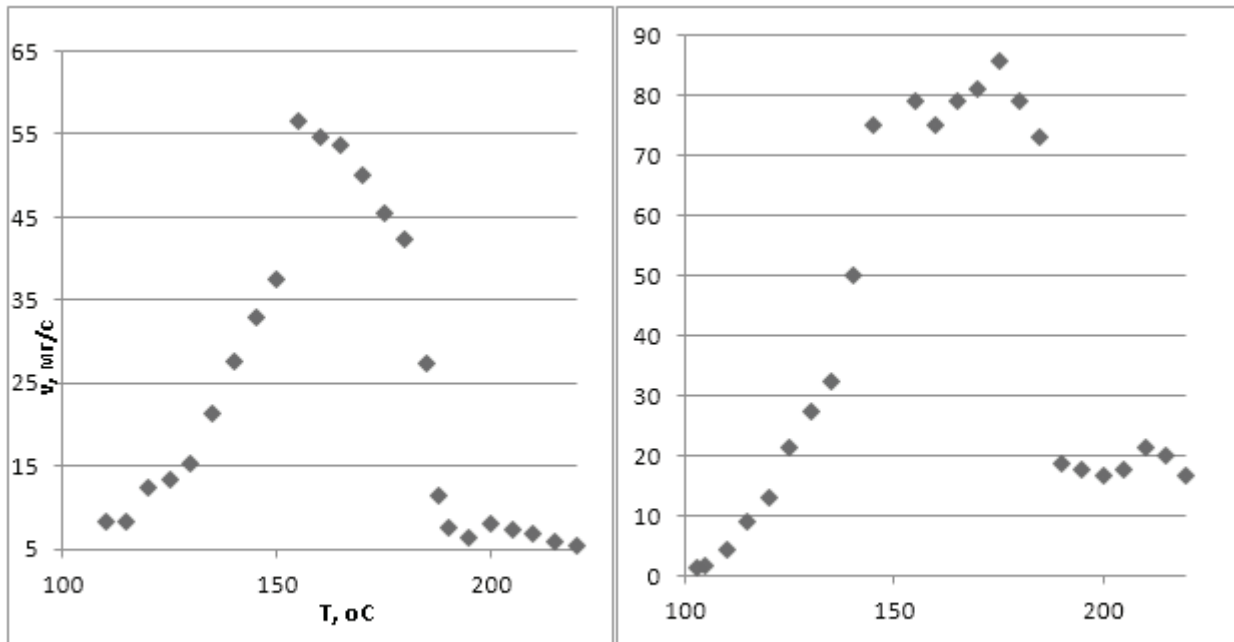


Рис. 1. Зависимость времени испарения капли воды от температуры поверхности нагревателя: а — при нарывании поверхности нагревателя, б — при охлаждении поверхности нагревателя



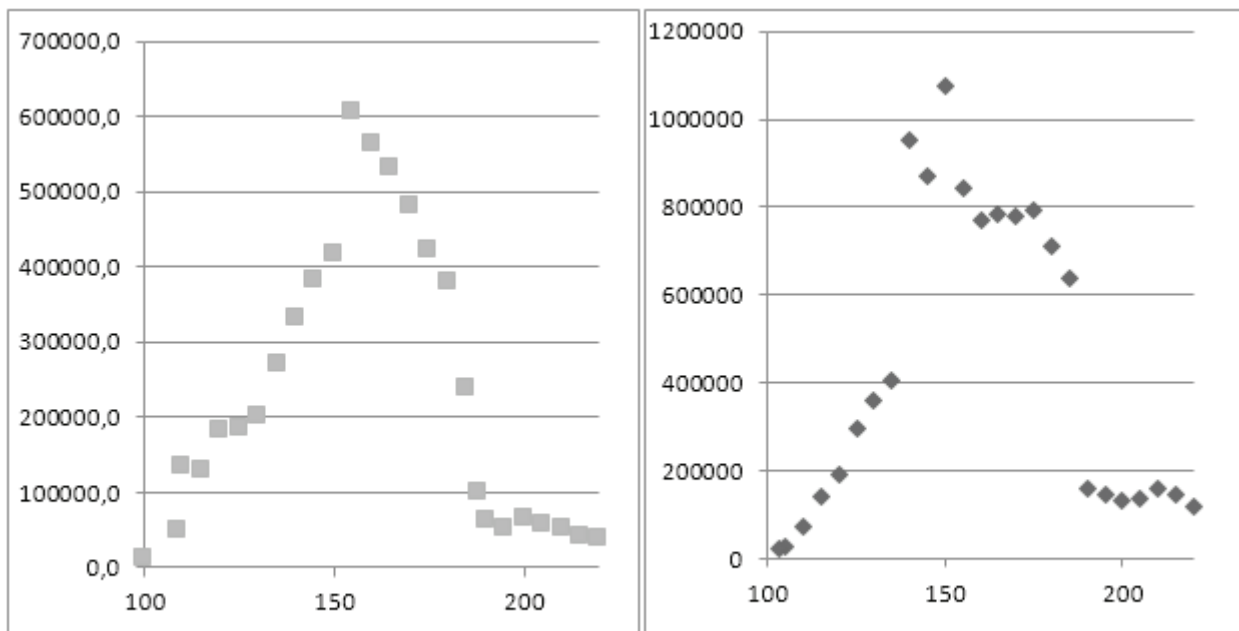
а)

б)

Рис. 2. Зависимость массовой скорости испарения капли воды от температуры поверхности нагревателя; а — при нагревании поверхности, б — при охлаждении поверхности

На рисунке 2 показаны соответствующие вычислительные результаты массовой скорости испарения капель воды.

Используя формулу (4) нами был вычислен коэффициент теплоотдачи при испарении капли воды (рис. 3).



а)

б)

Рис. 3. Зависимость коэффициент теплопередач при испарении капли воды; а — при нагревании поверхности, б — при охлаждении поверхности

Вывод: Нами было обнаружено, что при остывании поверхности нагрева интервал времени быстрого охлаждения меньше, чем соответствующий интервал при

прямом нагревании поверхности нагрева. Экспериментально рассчитаны коэффициенты теплоотдачи при испарении капли воды. Обнаружили, что при остывании

нагретой поверхности коэффициент теплоотдачи в температурной области быстрого испарения в 2 раза выше, чем в этой же области, только при прямом нагреве поверхности.

Литература:

1. Боришанский, В. М. Теплопередачи и жидкости свободно растекающейся по поверхности нагретой выше температуры кипения / В. М. Боришанский — М. — Л.: Госэнергоиздат. 1953. — 350 с.
2. Кутателадзе, С. С. Теплообмен и волны в газодинамических системах / С. С. Кутателадзе В. Е. Накоряков — Новосибирск: Наука. 1984—301 с.
3. Рева, С. Л. Экспериментальная установка для исследования процесса капельного испарения / С. Л. Рева, Л. С. Рева, А. Б. Голованчиков // Известная ВолгГТУ: межвуз. сб. науч. ст. ВолгГТУ — Волгоград, 2011. — № 1. — с. 40—43. (Сер. Реология, процессы и аппараты химической технологии. Вып. 4).
4. Яламов, Ю. И. Скорость нестационарного испарения сферической капли с учетом скачков концентрации и температуры вблизи ее поверхности / Ю. И. Яламов, М. К. Кузьмин // ЖТФ. — 2005. — Т. 75 — Вып. 3 — с. 30—35.
5. Боришанский, В. М. и Кутателадзе С. С. Некоторые данные об испарении жидкости, находящейся в сферическом состоянии. ЖТФ., т. 7., в. 8., 1947

The DC voltage parametric stabilizers on three structured injection-voltaic transistors

Sabirova Ullibibi Sharipovna

Tashkent University of Information Technologies (Uzbekistan)

In given are described the mathematical models of parametric DC voltage stabilizers for single and compound three structured injection-voltaic transistors.

Keywords: *amplifier, the complementary emitter followers, the three-structural injection-voltaic transistor, current-voltage characteristic, amplitude-frequency characteristic*

High reliability and stability of the electronic equipment is provided by the stability of the transmission characteristics of all its parts, which in turn depends on the stability of the supply voltage [1]. As exceedances and lower operating voltages are dangerous for radio equipment. In addition, to ensure the required accuracy of measuring devices (electronic voltmeters, oscilloscopes, etc.) is also required to stabilize the voltage. In light of this very topical issue is the stabilization of the power supply voltage high-current electronic equipment.

To stabilize the DC voltage commonly uses parametric voltage.

Main part

In [2,3] a complementary emitter follower is highly resistant to the action of destabilizing factors, where in the output transistors used injection voltaic transistors (IVT).

The main properties of such stabilizers are: simplicity, low efficiency (especially with variable resistance load), low coefficient of stabilization, the difficulty of obtaining an accurate value of the output voltage and control it without the use of an additional pass transistors. Parametric stabilizer can be made more powerful (increase the output current regulator) to include a zener diode in the base emitter follower circuit. One disadvantage parametric stabilizers is the output voltage dependence on temperature.

To effectively address these shortcomings, in the construction of a powerful parametric voltage regulator in order to improve its performance and stability of the operating mode to the effects of destabilizing factors (temperature, strong input ripple voltage surges load), the authors proposed to use the new components on the basis of three structured injection-voltaic transistors (TIVT) [2]. Three structured injection-voltaic transistors operate stably when the dissipated power at the collector exceeds the maximum allowable nameplate capacity of more than 3 times. TIVT works steadily at values reverse collector-emitter voltage, 4–5 times higher than a single structure, and the power dissipated in the collector, 2–3 times higher than the maximum allowed for a single transistor structures.

The scheme parametric stabilizer DC on three structural injection-voltaic transistor shown in Figure 1.

Necessary mathematical relations for the calculation of parametric stabilizer DC on TIVT [3] are as follows:

$$U_{ZD} = U_{ZD,RA} + (I_{ZD} - I_{ZDmin})R_{ZD}; \quad (1)$$

$$U_{out} = U_{in} - U_{CE} = U_{ZD} - U_{BE}; \quad (2)$$

$$I_{R1} = I_{ZD} + I_B = (U_{in} - U_{ZD})/R1; \quad (3)$$

$$R1 = (U_{in} - U_{ZD})/(I_{Bmax} + I_{ZDmin}); \quad (4)$$

$$I_{Bmax} = I_{Hmax} / h_{21\ominus min} \tag{5}$$

$$h_{21\ominus TIVT} = h_{21E} / 2 \tag{6}$$

where U_{ZD} — the operating voltage of the zener diode; $U_{ZD,RA}$ — rated voltage of the zener diode; I_{ZD} — zener current; I_{ZDmin} — minimum current of the zener diode; R_{ZD} — impedance of zener diode; U_{CE} — collector-emitter voltage of TIVT; U_{BE} — base-emitter voltage of TIVT; I_{R1} — current through ballast resistor R1; I_B — current base of TIVT; I_{Bmax} — maximum current base of TIVT; I_{Lmax} — maximum load current; $h_{21EminTIVT} = (h_{21EminVT1} * h_{21EminVT2}) / (h_{21EminVT1} + h_{21EminVT2})$ — minimum static gain of the base current of TIVT.

In particular, if the current gain of transistors VT1 and VT2 are $h_{21EVT1} = h_{21EVT2} = h_{21E}$ current gain of TIVT is given by:

Output voltage of parametric stabilizer on a single transistor (classical scheme) to 0.6 V less than the stabilization of zener diode, and for parametric stabilizer in TIVT that value is equal to 1.2 V.

For the study and a comparative evaluation of the main characteristics of parametric voltage stabilizers on a single transistor and three structural injection-voltaic transistor voltage regulators must have the same voltage stabilization, so the stabilizers should be adjustable. Compare adjustable voltage regulators proposed to build on the basis of the controlled precision integrated zener TL431 firm Texas Instruments.

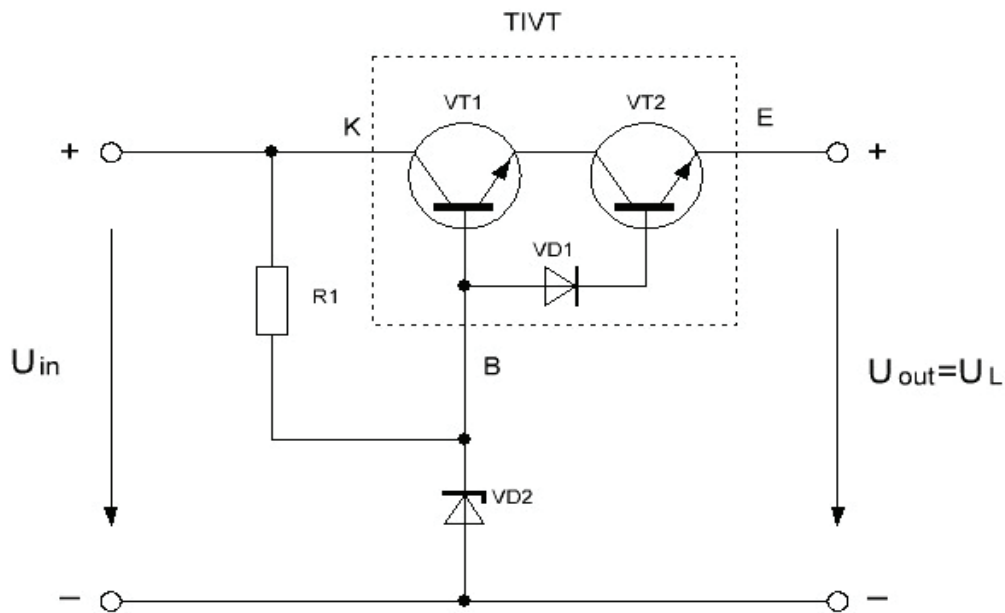


Fig. 1. Parametric DC voltage stabilizer in the three structural injection-voltaic transistor composite TIVT

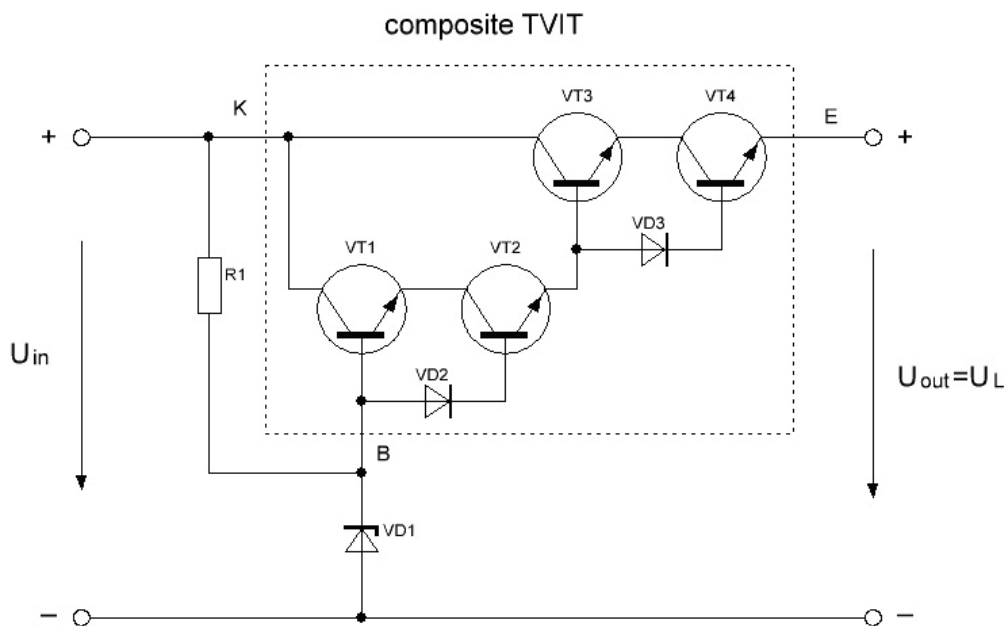


Fig. 2. Parametric DC voltage stabilizer for composite three structured injection-voltaic transistors connected in a Darlington diagram

Diagram of a parametric constant voltage stabilizer on the composite three structured injection-voltaic transistors, which have an extended range of stable operation, is shown in Fig. 2.

Necessary mathematical relations for the calculation of parametric DC voltage stabilizer on the composite TIVT are as follows:

$$U_{ZD} = U_{ZD,RA} + (I_{ZD} - I_{ZDmin})R_{ZD}; \quad (7)$$

$$U_{out} = U_{in} - U_{CE} = U_{ZD} - U_{BE}; \quad (8)$$

$$I_{R1} = I_{ZD} + I_B = (U_{in} - U_{ZD})/R1; \quad (9)$$

$$R1 = (U_{in} - U_{ZD})/(I_{Bmax} + I_{ZDmin}); \quad (10)$$

$$I_{Bmax} = I_{Hmax}/h_{21Emin}; \quad (11)$$

where U_{ZD} — the operating voltage of the zener diode; $U_{ZD,RA}$ — rated voltage of the zener diode; I_{ZD} — zener current; I_{ZDmin} — minimum current of the zener diode; R_{ZD} — impedance of zener diode; U_{CE} — collector-emitter voltage of TIVT; U_{BE} — base-emitter voltage of TIVT; I_{R1} — current through ballast rezitor R1; I_B — current base of TIVT; I_{Bmax} — maximum current base of TIVT; I_{Lmax} — maximum load current; $h_{21EminTIVT} = (h_{21EminVT1} * h_{21EminVT2}) / (h_{21EminVT1} + h_{21EminVT2})$ — minimum static gain of the base current of TIVT.

In particular, if the current gain of the transistors VT1 and VT2 are $h_{21EVT1} = h_{21EVT2} = h_{21EVT3} = h_{21EVT4} = h_{21E}$ current gain of TIVT is given by:

$$h_{21ETIVT} = h_{21E}^2 / 4. \quad (12)$$

Output voltage stabilizer for composite parametric three structured injection-voltaic transistors is less than zener voltage 2.4 V.

References:

1. A. V. Vasilkov, I. A. Vasilkov. Power Sources-M.: Forum, 2012. P. 235
2. Provisional Patent of Uzbekistan № IDP 04949. Composite bipolar transistor / H. K. Aripov, H. H. Bustani, S. S. Kasimov, A. AYarmukhamedov // Bulletin № 5, 31.10.2001.
3. Provisional Patent of Uzbekistan № IDP 04950. Composite bipolar transistor / H. K. Aripov, H. H. Bustani, S. S. Kasimov, A. AYarmukhamedov // Bulletin № 5, 31.10.2001.
4. Предварительный патент РУз № 5123. Трехструктурный инжекционно-вольтаический транзистор / Арипов Х. К., Бустанов Х. Х., Мавлянов А. Р., Махсудов Д. Т. // Бюлл. № 2, 30.06.1998.
5. Фазилжанов И. Р. Комплементарный эмиттерный повторитель на трехструктурных инжекционно-вольтаических транзисторах // Республиканская научно-техническая конференция аспирантов, магистров и бакалавров «Информационно-коммуникационные технологии». Сб. докладов. — Ташкент, 2008. — С. 196.

Технологическая оценка и фракционный состав пектиновых веществ дикорастущего сырья

Санжаровская Надежда Сергеевна, кандидат технических наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Статья посвящена исследованию пектиновых веществ дикорастущих культур. Определен фракционный состав, аналитические и физико-химические характеристики пектина, полученного из плодов дикорастущих культур. На основании опытных данных доказана перспективность использования дикорастущего сырья в качестве источника пектиновых веществ.

Ключевые слова: пектин, дикорастущее сырье, комплексобразующая способность, фракционный состав пектиновых веществ

Пектиновые вещества, содержащиеся в плодах дикорастущих культур изучены не достаточно, хотя полезность этой группы растений для человека определяется комплексом лекарственных и диетических свойств, обусловленных химическим составом, в частности, содержанием пектина, благотворно влияющего на организм человека [1]. Пектиновые вещества относятся к полимерам углеводной природы. Они не усва-

иваются организмом человека, однако обладают выраженным биологическим действием. Пектиновые вещества показаны при лечении желудочно-кишечных заболеваний.

Анализ химического состава показал, что плоды дикорастущих культур являются хорошим источником биологически активных веществ. Однако данные по содержанию в нем пектиновых веществ имеют противоречивый

характер, что и обосновывает необходимость проведения дополнительных научных исследований [2].

В обширной группе дикорастущих плодовых растений, относящихся не только к разным ботаническим видам, родам, но и семействам, установлено, что содержание пектиновых веществ является характерным признаком каждого ботанического вида. Специфика накопления пектинов и соотношение отдельных форм пектиновых веществ свои у каждого вида, так же, как качественный состав сахаров, органических кислот, витаминов и пр. [3].

На кафедре технологии хранения и переработки растениеводческой продукции Кубанского государственного

аграрного университета были проведены исследования по изучению фракционного состава пектиновых веществ дикорастущих культур. В качестве объектов исследования использовали плоды хеномелеса, боярышника, шиповника, унаби, облепихи.

Содержание пектиновых веществ в плодах кальций-пектатным методом [1]. Для проведения анализа использовали среднюю пробу плодов, измельченных вместе с кожурой. Исследования проводили сразу после съема плодов. Содержание пектиновых веществ в плодах дикорастущих культур представлено в таблице 1.

Таблица 1. Содержание пектиновых веществ в плодах дикорастущих культур

Объекты исследования	Содержание пектиновых веществ,			% протопектина от суммы пектиновых веществ
	Гидропектин	Протопектин	Сумма пектиновых веществ	
	% на сырое вещество			
Боярышник	0,23	2,88	3,11	92,60
Шиповник	2,08	1,39	3,47	40,05
Облепиха	0,18	0,33	0,51	64,70
Унаби	0,18	0,63	0,81	77,78
Хеномелес	0,42	0,65	1,07	60,75

Содержание пектиновых веществ в анализируемом сырье колеблется от 0,51% в плодах облепихи до 3,47 в плодах шиповника.

Данные фракционного состава пектиновых веществ исследуемого сырья показывают, что практически у всех изучаемых видов количество нерастворимого пектина преобладает над содержанием растворимого. Исключение составляют плоды шиповника. В плодах этого растения содержится значительное количество гидратопектина — 2,08%. Вероятно, рекомендации по употреблению настоев шиповника связано именно с наличием растворимого пектина, который свободно переходит в настой и стабилизирует действие других биологически активных веществ, находящихся в настое [4].

Доля протопектина от суммы пектиновых веществ в исследуемых видах колеблется от 40,05 до 92,60%. Эти данные

дают основание сделать вывод о том, что плоды дикорастущих культур можно использовать для промышленной переработки с целью получения пектина и пектинопродуктов.

Свойства пектиновых веществ в большей степени определяются количеством и видом функциональных групп. В связи с этим были исследованы аналитические и физико-химические характеристики пектиновых веществ, полученных из плодов дикорастущих культур.

Выделенный из плодов дикорастущих культур пектин оценивали на содержание функциональных групп. Результаты исследований представлены на рис. 1–3.

Из данных представленных на рисунке 1 видно, что наибольшее содержание метоксильных групп отмечено у пектиновых веществ из плодов хеномелеса — 7,4%, наименьшее — у пектиновых веществ выделенных из плодов боярышника — 3,4%.



Рис. 1. Содержание метоксильных групп в пектиновых веществах, выделенных из плодов дикорастущих плодов

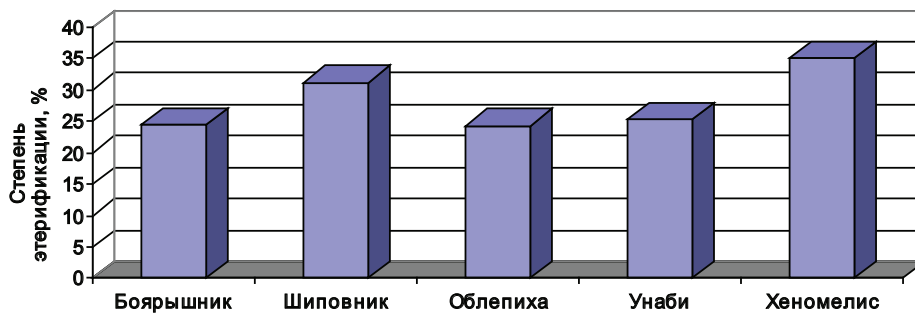


Рис. 2. Степень этерификации пектиновых веществ, выделенных из плодов дикорастущих культур

Полученные результаты показали, что по степени этерификации все полученные образцы пектиновых веществ дикорастущих растений относятся к группе низкоэтерифицированных пектинов ($E < 40\%$), что говорит о возможности их применения в качестве комплексообразователей [5].

При этом наибольший показатель степени этерификации отмечен у пектиновых веществ из плодов хеномелеса 35,1%, наименьший — у пектиновых веществ из плодов облепихи и боярышника — 24,3 и 24,4% соответственно.



Рис. 3. Содержание карбоксильных групп в пектиновых веществах, выделенных из плодов дикорастущих плодов

Проведенные исследования показали, что пектиновые вещества анализируемых видов содержат большой процент свободных карбоксильных групп (от 15,2% у боярышника, до 20,8% — у шиповника) и этерифицированных карбоксильных групп (от 4,9% у боярышника, до 10,8 — у хеномелеса).

Низкая степень этерификации и содержание большого количества свободных карбоксильных групп (15,2–20,8%) дает основание предположить высокую комплексообразующую способность этих пектиновых веществ [6]. Для подтверждения данного предположения были проведены исследования по определению комплексообразующей способности пектиновых веществ.

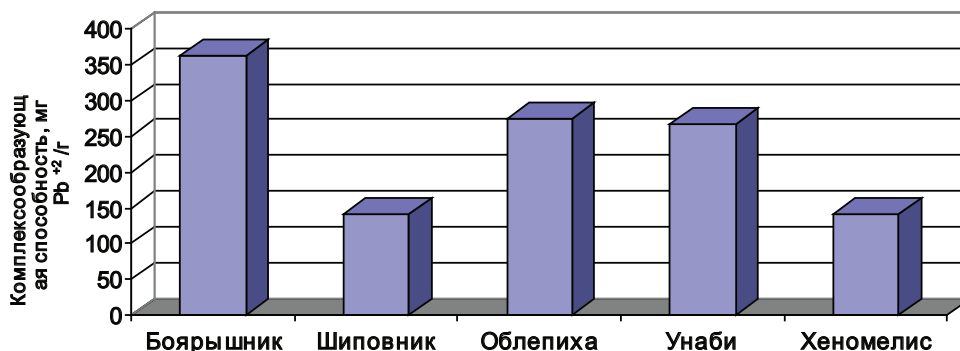


Рис. 4. Комплексообразующая способность пектиновых веществ выделенных из плодов дикорастущих культур

ющей способности выделенных из плодов дикорастущих культур пектиновых веществ, рис.4.

Наибольшая комплексообразующая способность отмечена у пектиновых веществ, полученных из плодов боярышника (362,2 мг Pb⁺²/г), наименьшая — из плодов шиповника и хеномелеса (141,1 и 140,2 мг Pb⁺²/г). Это свидетельствует о том, данные пектиновые вещества являются природными детоксикантами, которые способны

связывать и выводить из организма чужеродные вещества, в том числе радиотоксины.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что использование плодов дикорастущих культур позволяет получить пектин высокого качества и расширить ассортимент используемого сырья для производства пектина и пектинопродуктов.

Литература:

1. Донченко, Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л. В. Донченко. — М.: ДеЛи, 2000—253 с.
2. Храмова, Н. С. Разработка технологии получения гидратопектинов из плодов дикорастущих культур и их применение в хлебопечении: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Н. С. Храмова. — Краснодар, 2008. — 26 с.
3. Сокол, Н. В. Роль пектиновых веществ в производстве продуктов питания лечебно-профилактического назначения / Н. В. Сокол, Н. С. Храмова, Ю. А. Ракова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2006. — № 01 (017). с. 41—49. — Шифр Информрегистра: 0420600012\0005, IDA [article ID]: 0170601006. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/01/pdf/06.pdf>.
4. Донченко, Л. В. Использование гидратопектинов дикорастущего сырья в хлебопечении / Л. В. Донченко, Н. В. Сокол, Н. С. Храмова, О. П. Гайдукова // Хлебопечение России. 2007. — № 1. — С.14—16.
5. Ильина, И. А. Научные основы технологии модифицированных пектинов / И. А. Ильина. — Краснодар, 2001. — 310 с.
6. Сокол, Н. В. Исследование пектиновых веществ плодов дикорастущих культур / Н. В. Сокол, Н. С. Храмова, О. П. Гайдукова // Новые технологии. 2008. — № 6 — с. 27—30.

Паттерны семантической сети для фиксации конструктивных шагов в интернет-коммуникации

Серёда Сергей Геннадиевич, кандидат технических наук, доцент;

Данилов Антон Александрович, студент

Московский государственный университет технологии и управления имени К. Г. Разумовского

Рассмотрены методы структурирования интернет-коммуникации и выявления моментов, когда в ходе общения был достигнут заметный прогресс.

Ключевые слова: интернет-коммуникация, семантическая сеть, паттерн

Patterns of semantic network to commit constructive steps in the internet communication

Sereda, S. G., Danilov A. A.

The methods of structuring of online communication and identifying the moments when in the course of communication has been notable progress.

Key words: Internet-communication, semantic web, pattern

Проблема просмотра накопившихся архивов

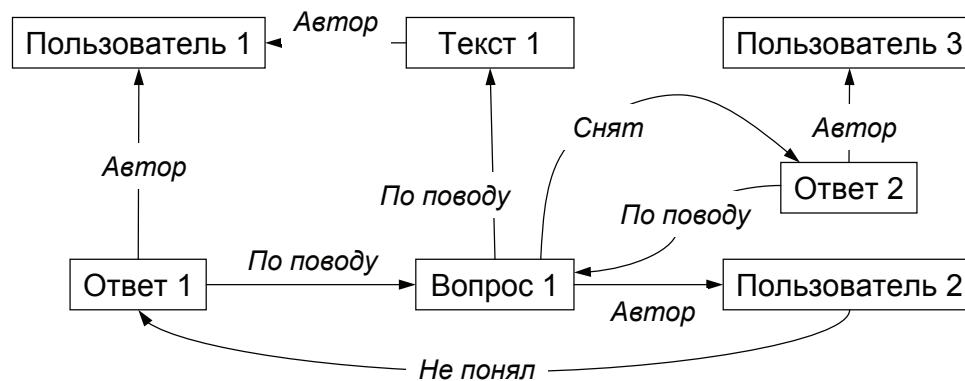
История обсуждений в Интернете содержит множество важной информации, но найти её в ленте чата или форума весьма непросто. Здесь как на прииске — кру-

пицы золота соседствуют с откровенной грязью, и её вымывание требует титанических усилий. Можно ли организовать процесс обсуждения так, чтобы наиболее ценные его моменты система могла бы показать автоматически?

Учёт дополнительной семантики

Радикальным решением здесь мог бы стать искусственный интеллект, глубоко понимающий естественные тексты, но даже оптимисты ждут его создания в весьма отдалённом будущем. Пока остаётся надеяться на человека, который может дать автоматике важные

подсказки [1]. В работе [2] была рассмотрена модель организации коммуникации, при которой пользователь помимо набора текста указывает тип совершаемого действия и его типизированную привязку к уже существующим элементам дискуссии. Получается семантическая сеть, возможный фрагмент которой показан на рисунке.



Из рассмотренной модели, социальные сети освоили лишь связку «нравится», но даже её появление позволило качественно улучшить возможности поиска интересной пользователю информации.

Паттерны конструктивных шагов

В предложенной семантической сети алгоритмы анализа смогут эффективно находить ситуации, когда в обсуждении произошли важные сдвиги. В приведённом на рисунке примере это появление ответа, который удовлетворил спрашивающего. А вот первый ответ, данный автором исходного текста, оказался ему не понятен.

Сейчас мы нарабатываем библиотеку описаний образов или «паттернов», по которым система должна распознавать в семантической сети подобные ситуации. Перечислим лишь некоторые из них:

- зафиксирована ошибка, проблема, согласие или несогласие;
- сделана доработка, которая устраняет ранее найденную ошибку;
- зафиксировано понимание версии пользователем;
- зафиксирована связь версии с другими версиями, фактами, гипотезами;
- предложено развитие версии, которое совпадает с концепцией автора;
- зафиксировано внутреннее противоречие версии;
- зафиксировано подтверждение или опровержение версии фактами;
- получен ответ на вопрос, который снял непонимание;
- зафиксировано несколько несовпадающих точек зрения по одному и тому же предмету;
- зафиксирован критерий, по которому различаются точки зрения;

- выделен набор фактов и гипотез, выступающих основаниями для точек зрения;
- согласованы подходы к проверке фактов и гипотез, условия их принятия или отклонения;
- подтверждена или отклонена гипотеза;
- выработана согласованная версия;
- достигнута договорённость между несколькими пользователями и т.д.

Каждый паттерн может в свою очередь разбиваться на ряд более простых фрагментов. Например: «зафиксировано понимание версии пользователем Б» = «пользователем Б декларировано понимание версии» + «автором версии проверено и подтверждено её адекватное понимание». В общем случае, когда здесь пишется «зафиксировано», это предполагает не просто действие одного человека, а то, что его утверждение было проверено и подтверждено другими участниками коммуникации.

Паттерны неконструктивных шагов

Построенная так система может решать и обратную задачу — выявлять и предъявлять модератору ситуации, когда обсуждение превращается в напрасную потерю времени. Например:

- **критика без понимания** — ситуация, когда собеседник начинает оценивать, дополнять и исправлять версию, не согласовав с её автором факт адекватного понимания. Очень часто такие люди критикуют не авторскую позицию, а собственные фантазии на эту же тему;
- **двойное авторство** — ситуация, когда собеседники очень долго возражают друг другу, основываясь на том, что их версия не совпадает с версией собеседника и т.д.

В целом рецепт работы по предотвращению неконструктивного взаимодействия достаточно прост — можно

выработать набор конструктивных сценариев, при которых не должна нарушаться определённая последовательность действий. Как при строительстве дома не следует оставлять «на потом» закладку фундамента, так и при коммуникации правильнее сначала зафиксировать понимание версии оппонента. Однако, подробное описание таких сценариев — тема отдельной статьи.

Метрики значимости событий

Следующий логический шаг — как оценить значимость зафиксированного события. В современных социальных сетях присутствует по сути один инструмент — кнопка «нравится». И наиболее важным считается сообщение, набирающее максимум таких оценок. По аналогии с нею хочется дать пользователю возможность давать более развёрнутые оценки сразу по ряду шкал: «новизна» — удалось ли найти для себя чего-то новое, «важность» — насколько это важно именно мне, «достоверность» — насколько этому можно верить, «проработанность» — как тщательно пользователь с этим разбирался — «беглый

просмотр», «полное прочтение», «детальный анализ после прочтения» и т.д.

Но помимо прямых оценок, хранение истории обсуждения в виде семантической сети, предоставляет и более продвинутые инструменты анализа. Если какое-то сообщение снимает вопрос или проблему, на которые долгое время делались безуспешные попытки найти ответ, то его рейтинг значимости для участников дискуссии должен быть выше, чем рейтинг ситуации, где ответ найден сразу. От системы потребуются как минимум оповестить всех, кто до этого делал попытки ответить на этот вопрос, что приемлемый ответ наконец-то найден.

Ещё один критерий значимости — оценка того, насколько новый элемент изменяет сложившуюся «картину мира» для участников обсуждения. Если появляется новый факт, подтверждающий уже известную истину, его значимость будет невелика. А вот если появился факт, её опровергающий, то его значимость будет тем больше, чем большее число утверждений опиралось на эту истину, и теперь будет нуждаться в пересмотре. В науке такие ситуации происходят регулярно и именно они наиболее интересны учёным.

Литература:

1. Авдеев, В. В., Данилов А. А., Серёда С. Г. Разработка средств учета дополнительной семантики в моделях Интернет-коммуникации // Сборник статей по материалам седьмой региональной научно-практической конференции «Менеджмент качества и инновации — 2014» г. Великий Новгород. с. 38–44
2. Серёда, С. Г. Механизмы повышения эффективности научной и образовательной коммуникации в сети Интернет // Качество. Инновации. Образование. 2008. № 6 (37). с. 59–62.

Методика расчета дисковых ножей для производства просечно-вытяжной сетки

Смирнов Анатолий Сергеевич, магистр
Череповецкий государственный университет

Рассматривается способ производства цельнометаллической просечно-вытяжной сетки из полосового металла методом опрессовки заготовки в специально разработанной просечной клети. Приведена методика расчета геометрии дисковых ножей для ее производства.

Ключевые слова: просечная клеть, цельнометаллическая просечно-вытяжная сетка, дисковые ножницы, конфигурация ножей

Современное производство цельнометаллической просечно-вытяжной сетки происходит по схеме поперечного реза с одновременным формированием ячейки. Из кинематической схемы, представленной на (рис. 1) видно, что стан для производства ПВЛ по данной технологии очень сложен с точки зрения ремонтов и обслуживания, что в свою очередь влияет на конечную цену производимой продукции.

Метод, предложенный в данной статье позволяет производить сетку с ячейками трех видов, квадратная, ромбическая и шестигранная. Особенностью предлагаемой технологии является применение просечной клети, со-

стоящей из двух пакетов ножей расположенных друг над другом и приводимых через шестеренчатую клеть [1]. Просечка заготовки, представляющей собой полосовой тонколистовой металл, производится продольно относительно направления ее движения. Такой подход обеспечивает возможность, при условии дальнейшей разработки полноценной производственной линии и ввода ее в эксплуатацию, получить практически непрерывное производство просечного листа. На (рис. 2) представлен эскиз просечной клети.

Так как просечная клеть, по своей сути представляет многодисковые ножницы, применяемые для разделения

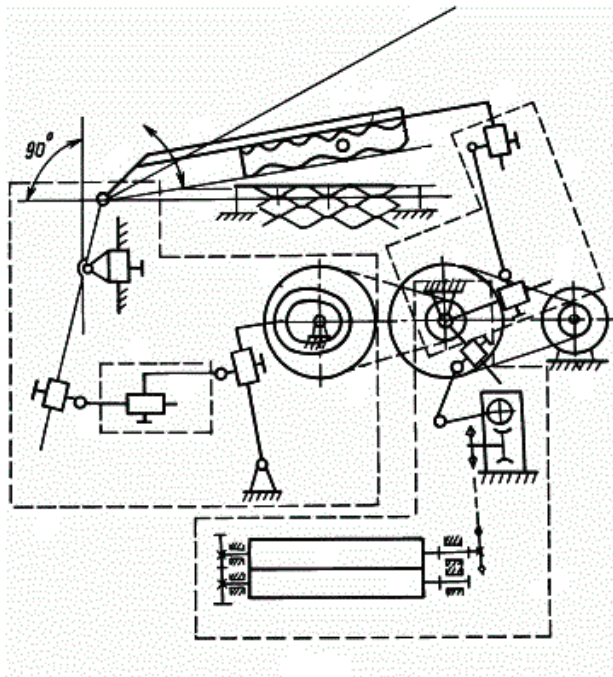


Рис. 1. Кинематическая схема машины для изготовления просечно-вытяжной сетки

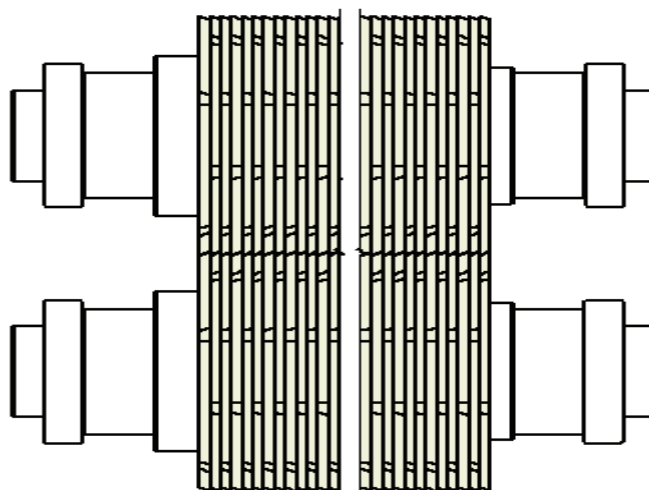


Рис. 2. Эскиз просечной клетки

полосового материала на более узкие полосы [2], то для изготовления сетки по данной технологии необходимо применять ножи определенной конфигурации. Ниже рассмотрена методика расчета и определения конфигурации ножей, для производства цельнометаллической просечно-вытяжной сетки с различной ячейкой.

Определение размеров и конфигурации ножей для шестигранной ячейки

Все приведенные далее выкладки справедливы для расчета геометрии ножей для производства сетки с шестигранной ячейкой (рис. 3)

Определение диаметра ножей для производства сетки с шестигранной ячейкой производится по формуле:

$$L = (l + \frac{l}{3}) \cdot k \tag{1}$$

$$D = \frac{L}{\pi} \tag{2}$$

где D — диаметр ножа, L — длина окружности ножа, l — длина реза, k — количество режущих кромок.

Расчет углов α и β проводится по следующим формулам:

$$\alpha = \frac{3}{4} \cdot \frac{360^\circ}{k} \tag{3}$$

$$\beta = \frac{360^\circ}{4 \cdot k} \tag{4}$$

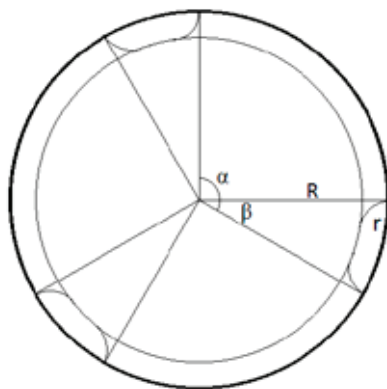


Рис. 3. Схема ножа для производства сетки с шестигранной ячейкой

где k — количество режущих кромок.

Радиус просвета r для унификации производства выбран равным 6мм.

Определение размеров ножей для ромбической ячейкой

Все приведенные далее выкладки справедливы для расчета геометрии ножей для производства сетки с ромбической ячейкой (рис. 4)

Определение диаметра ножей для производства сетки с шестигранной ячейкой производится по формуле:

$$L = (l + 2 \cdot n) \cdot k \tag{5}$$

$$D = \frac{L}{\pi} \tag{6}$$

где D — диаметр ножа, L — длина окружности ножа, l — длина реза, n — ширина стержня сетки, k — количество режущих кромок.

Расчет угла α проводится по формуле:

$$\alpha = \frac{360^\circ}{k} \tag{7}$$

где k — количество режущих кромок.

Радиус просвета r для производства ножей под ромбическую ячейку соответствует n — ширине стержня сетки.

Определение размеров ножей для квадратной ячейкой

Все приведенные далее выкладки справедливы для расчета геометрии ножей для производства сетки с квадратной ячейкой (рис. 5)

Определение диаметра ножей для производства сетки с квадратной ячейкой производится по формуле:

$$L = (l + \frac{l}{2}) \cdot k \tag{8}$$

$$D = \frac{L}{\pi} \tag{9}$$

где D — диаметр ножа, L — длина окружности ножа, l — длина реза, k — количество режущих кромок.

Расчет углов α и β проводится по следующим формулам

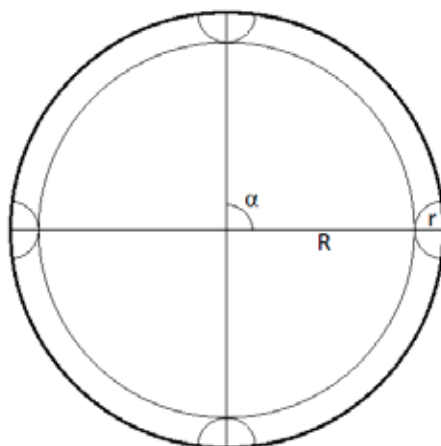


Рис. 4. Схема ножа для производства сетки с ромбической ячейкой

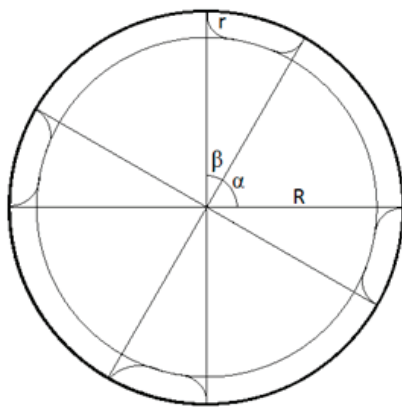


Рис. 5. Схема ножа для производства сетки с квадратной ячейкой

$$\alpha = \frac{2}{3} \cdot \frac{360^\circ}{k} \tag{10}$$

$$\beta = \frac{360^\circ}{3 \cdot k} \tag{11}$$

где k — количество режущих кромок.
 Радиус просвета r для унификации производства выбран равным 6 мм.

Расчет углов заточки ножей

Угол заточки ножей выбраны из расчета толщины ножа (т.е. ширины получаемого стержня, которая в свою очередь определена из условия увеличения сортамента производимой сетки), условия максимальной прочности режущей кромки (чем тупее угол заточки тем выше проч-

ностные показатели ножа, что влияет на производительность станка) и толщины листа заготовки [3].

Все следующие проведенные расчеты приведены для определения угла заточки ножей (рис. 6)

Соответствие толщины полосы заготовки и толщины дисковых ножей рассчитываются по формулам:

$$\alpha = \text{atg} \frac{n}{h+0,5} \tag{12}$$

где α — угол заточки дискового ножа, n — толщина ножа, h — толщина заготовки.

Размер 0,5 добавляется из расчета перекрытия ножей при резке металла малой толщины (< 4 мм.) значение которого задается от 0 до 3 мм [4]. Но главным условием для выбора такого размера стало ограничение по минимальному углу заточки ножей. Результаты проведенных расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Соотношение толщины полосы заготовки и толщины дисковых ножей

Толщина заготовки (h), мм.	Толщина ножа (n), мм.	Угол заточки (α)°
2	5 ÷ 6	63,43; 67,38
1,5	4 ÷ 6	63,43; 68,19; 71,56
1	3 ÷ 5	63,43; 69,44; 73,31
0,5	2 ÷ 4	63,43; 71,57; 75,96

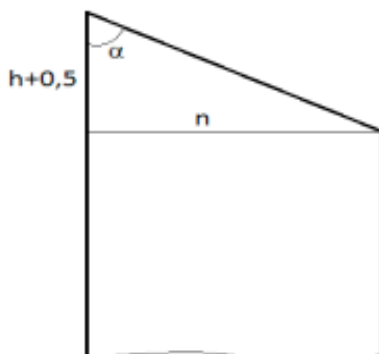


Рис. 6. Схема определения угла заточки ножа

Литература:

1. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В трех томах. Машиностроение, 2001, 913 с.
2. Королев, А. А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станов. Металлургия, 1985, 375 с.
3. Малов, А. Н. Технология холодной штамповки. Машиностроение, 1969, 568 с.
4. Королев, А. А. Механическое оборудование прокатных цехов. Металлургия, 1965, 512 с.

Анализ использования биотоплива при производстве электрической энергии

Смородин Георгий Сергеевич, ассистент
Омский государственный технический университет

Проблема формирования индустрии по производству биотоплива делается все более значительной. Истощение традиционных источников энергии и повышающийся спрос и стоимости на углеводородные энергетические ресурсы вызывают настороженность всех специалистов всего мира.

С 2003 года во всём мире можно пронаблюдать растущую тенденцию не только к производству биотоплива, но и к росту его потребления. Этому способствовали рост цен на нефть, а также идеи энергобезопасности. В США из кукурузы получают топливный этанол, который в основном используется в место бензина. В Европе наибольшую популярность приобрёл биодизель, который получается из различных масел, и в дальнейшем используется, заменяя дизельное топливо. Нововведения пришли в Россию в 2007 году, когда было заявлено большое количество проектов по производству биодизеля и биоэтанола.

Повысилось внимание к биологическому топливу второго поколения. Этой такой вид топлива, который получается из соломы и древесных отходов. Преимуществом является низкая, а иногда даже отрицательная стоимость сырья. Но проблемным остаётся вопрос переработки биомассы.

В России примерно 9% земель всего мира, которые можно использовать для выращивания сельскохозяйственных культур. Ввиду того, что огромная часть земли не используется, то её можно было бы использовать для производства биологического топлива. Однако активность нашей страны в этой отрасли практически нулевая, так как имеются огромные запасы традиционных источников энергии.

С целью снабжения глобальной экологической и энергетической безопасности эксперты предпринимают инициативные стремления уменьшить подчиненность энергетики от ископаемого топлива. Одним из течений формирования современной энергетики является применение биотоплива.

Электростанции на местном топливе. Миниэлектростанции на биотопливе

В настоящее время растёт необходимость многих регионов России в энергонезависимости, а также в гарантированном энергоснабжении. Наибольшую актуальность этот вопрос приобрёл в регионах, наиболее отдалённых от центра, так как классические виды топлива недоступны в той местности. К классическим видам топлива относятся нефтепродукты, газ, уголь. Именно газ является ограниченным ввиду значительных расстояний и в соответствии ведёт к большим затратам на транспортировку [1].

Таким образом к регионам наиболее отдалённых от центра актуальнее применение альтернативных источников энергии. Одним из которых является биологическое топливо, а именно древесное. Древесное биологическое топливо имеет свои преимущества, среди которых выделим наиболее важные. В частности, биологическое топливо везде находится в большом количестве, поэтому дорогая и сложная транспортировка не понадобится до теплоэлектростанции.

Для большинства городов и даже для посёлков в областях крайнего Севера электрические станции на биотопливе могут стать успешным решением. Возможно использование в Сибири и на Дальнем Востоке. Перечисленные части России имеют обширные резервы леса, а также богаты деревоперерабатывающими предприятиями.

Теплоэлектростанция на биотопливе имеет возможность увеличивать в разы безопасность энергетической области региона. Положительно скажется использование теплоэлектростанция на биотопливе и на сельском хозяйстве, и на лесопользовании, и на лесопереработке.

Экономическая выгода проектов теплоэлектростанций на биологическом топливе может быть модернизирована при достижимости определённого проекта. Это может быть получено благодаря уменьшению цены биотоплива, доведения до минимума транспортных затрат, применения

высокоразвитых технологий, а также благодаря улучшенному циклу генерации электрической энергии и тепла.

Для получения тепла и даже электрической энергии более выгодным и рентабельным является использование биологического топлива, чем использование угля, мазута или другого сырья [1].

Производство тепловой энергии и электрической энергии за счёт использования возобновляемых источников давно изучено, и является на данный момент наиболее перспективным направлением биоэнергетики

Основными видами генерации электрической энергии являются газогенераторная и энергия парового двигателя. Газогенераторная представляет собой установку по

производству газа и генератора электрической энергии. А энергия парового двигателя — это паровой котёл с турбиной на пару для создания электрической энергии — тепловая энергетическая станция. Теплоэлектростанция применима для общего производства электроэнергии и отопления.

Биологическое топливо состоит из топливной щепы, отходов деревообрабатывающих предприятий это отходы кусковые, опил, стружка, топливные древесные гранулы — это пеллеты, агрогранулы — это отходы сельскохозяйственных культур, остатки после валки ухода и санитарных валок. На рисунке 1 представлена мини-ТЭЦ на древесных отходах.

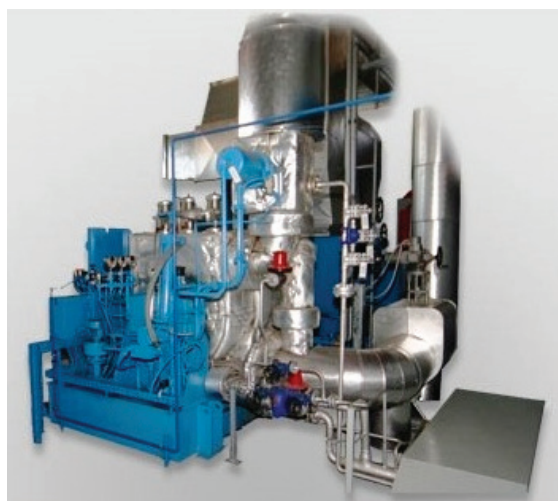


Рис. 1. Мини-ТЭЦ работающая на древесных отходах

ТЭЦ на отходах деревообрабатывающих производства вполне может использоваться в лесных местностях или при наличии дешевого источника топлива.

Преимуществами газогенераторных электростанций и минитеплоэлектростанций являются малый уставной капитал вложений, близость к потребителям, не имеется необходимость строительства дорогостоящих высоковольтных линий электропередач, дешёвая эксплуа-

тация и постройка теплотрасс, сокращаются потери при передаче энергии, нет необходимости в финансовых затратах на включения в сетях централизованного электроснабжения, а также бесперебойное электроснабжение качественной электроэнергией. Имеется возможность даже получения прибыли. На рисунке 2 представлена мини-ТЭЦ на биотопливе.

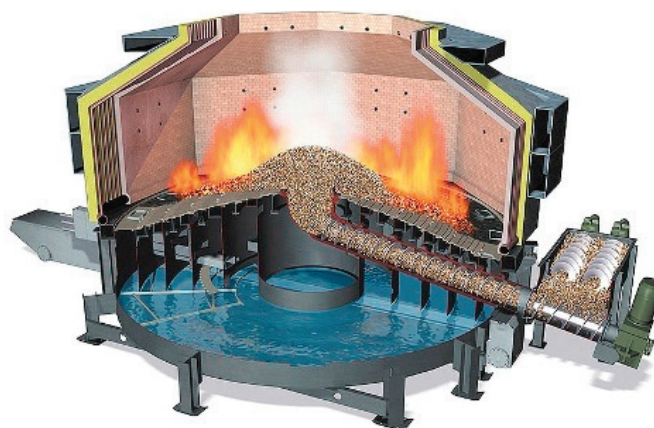


Рис. 2. Мини-ТЭЦ на биотопливе

На сегодняшний день различные компании предлагают мини ТЭЦ для дома на биотопливе различных модификаций. При выборе таких установок следует учитывать тот факт, что экономическая целесообразность применения данных устройств будет присутствовать только при ежегодном потреблении не менее 3000 кВт*ч электроэнергии и 20 тысяч кВт тепла.

В настоящее время строительство и эксплуатация миниплоэлектростанций становится актуальным.

Биогаз как вид биотоплива

Биогаз — это газ, получаемый метановым брожением биомассы. Биогаз на 50–87% состоит из метана, на 13–50% из углекислого газа, также присутствуют H_2 и H_2S . После удаления углекислого газа из биогаза получается биометан, обнаруживаемый природным газом. Биологический газ можно получить из таких органических отходов, как птичий помёт, навоз, зерновая и меласная поспиртовая барда, пивная дробина, свекольный жом,

отходы рыбного и забойного цеха — кровь, жир, каньга, кишки, трава, бытовые отходы, отходы молокозаводов — сладкая и соленая молочная сыворотка, отходы от производства соков — жом ягодный. Также можно получить биогаз из кукурузы и водорослей [2].

Основные технологии производства биотоплива представлены на рисунке 3.

От вида сырья, а также от содержания вещества зависит выход биологического газа. Например, из тонны навоза крупного рогатого скота мы получим 50–65 м³ биологического газа, с процентным содержанием метана равным 60, из растений получим 150–500 м³ биологического газа, с процентным содержанием метана равным 70, а из жира получим 1300 м³ биологического газа, с процентным содержанием метана равным 87. Можно сделать вывод, что биологический газ применим для производства электрической энергии, тепла, пара и для автомобильного топлива.

Основным и главным преимуществом биологического сырья является присутствие местных источников сырья.

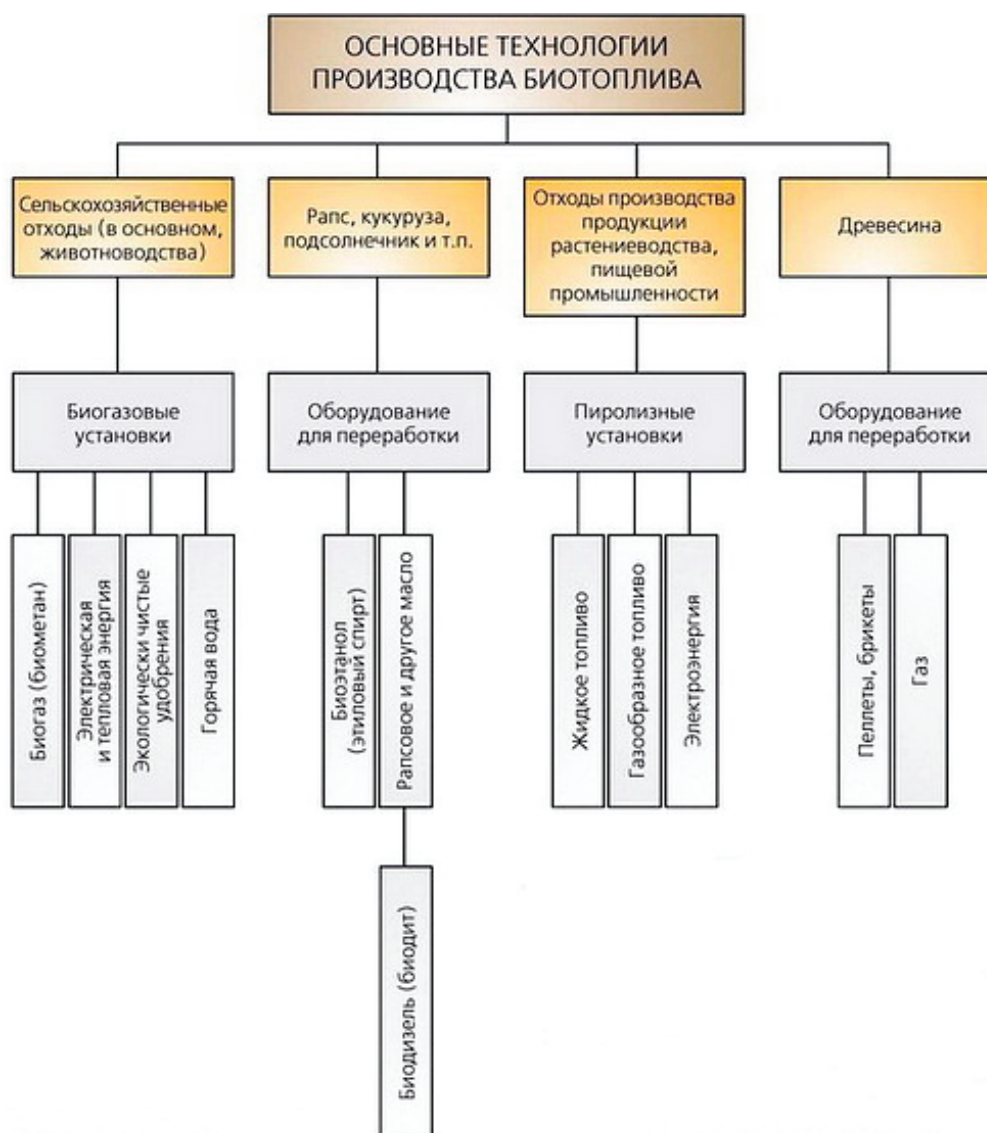


Рис. 3. Основные технологии производства биотоплива

Также преимуществами являются уменьшение парникового эффекта. Экологический аспект также играет немаловажную роль при выборе топлива.

Вывод. В настоящее время мы вступаем в эру биоэнергетики. Под биоэнергетикой принято понимать вид экономики, которая основывается на биотехнологиях. Биотехнологии используют сырьё. Производящие материалы

и энергию. С экологической точки зрения биоэкономика имеет свои преимущества, среди которых уменьшение объёмов выбросов газов. Поэтому использование возобновляемых источников энергии из сельскохозяйственного сырья становится приемлемым для различных стран, в том числе и для России. Интерес к биологическому топливу взамен использования нефти постепенно растёт.

Литература:

1. Электростанции на местном топливе, отходах лесопереработки. Малые и средние ТЭЦ на биотопливе [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://a-forester.livejournal.com/166512.html> (дата обращения: 20.05.2016).
2. Штерн, Т. Топливо... с полей и ферм [Текст] / Т. Штерн // Деловой экологический журнал. — 2011. — № 3. — с. 20–22.

Перспективные виды биотоплива, используемые для производства электрической энергии

Сморозин Георгий Сергеевич, ассистент
Омский государственный технический университет

Вся энергетика мира практически на 90% зависит от ископаемых энергетических ресурсов, таких как нефть, уголь газ. Ввиду быстрого увеличения энергетического потребления стран существует угроза сокращения добычи нефти. Предполагаемая угроза сокращения добычи нефти вызвала интерес у большинства учёных мира к альтернативным источникам энергии. Некоторые учёные придерживаются мнения, что существующее энергопотребление развитых стран невозможно обеспечить, используя альтернативные источники энергии. Поэтому появляются новые направления, которые используют как традиционные, так и нетрадиционные источники энергии. В настоящее время интерес учёных привлекли технологии с применением биотоплива. Биотопливо было издавна знакомо человечеству для обогрева жилища. Можно разделить все виды биологического топлива на 3 группы. Это первичное топливо (дрова, щепа), вторичное топливо (пеллеты, уголь древесный) и утилизированное древесное топливо. Пеллеты представляю собой новый вид топлива, появившийся сравнительно недавно. Биогаз — это газ, получаемый метановым брожением биомассы, представляет собой вид биотоплива.

Биогазовые установки. Биогазовые установки со стороны экологичности и со стороны стоимости топлива являются на данный момент перспективным выбором установки. Это подтверждается выбором отопления биологическим газом частного дома, если дом имеет малое хозяйство, необходимое для получения бесплатного топлива. Одной из главных особенностей отопления частного дома будет необходимость поддержания комфортной

температуры в помещении. Значительным вкладом будет бесперебойность и постоянство [1].

Питать отопление желательно от электрического или газового централизованного источника. Но недостатком будет являться тот факт, что счёт за природный газ именно в зимний период будет велик, если взять среднестатистическую семью. Если учесть все преимущества и недостатки, то биогазовый реактор однозначно подходит для организации отопления.

При температуре 35,45°C будет происходить анаэробный процесс с отсутствием доступа кислорода в ёмкость, которую принято называть реактором (рисунок 1).

Наибольшее воздействие на работу биогазовой установки будет влиять подготовка исходного субстрата. Чем больше удельная поверхность частиц, тем меньше величина частиц исходного сырья. При дроблении частиц выход биологического газа увеличится на 20%, если размер частицы не превысил 1мм³. Интенсивность метанообразования зависит от однородности субстрата [1]. Например, птичий помет и навоз гниют, выделяя метан (60,7%), углекислый газ (30,4%) и другие примеси.

Производить биологический газ можно в установках разнообразных размеров.

Биологический газ применим для освещения, отопления, приготовления пищи (рисунок 2).

От того сколько было выпущено биологического газа зависит эффективность биогазовых установок. Отечественные и зарубежные эксперты выяснили, что выход биологического газа влияет на состав субстрата.

Каждодневная работа установки биогаза требует от обслуживающего персонала знаний. В процессе обслу-

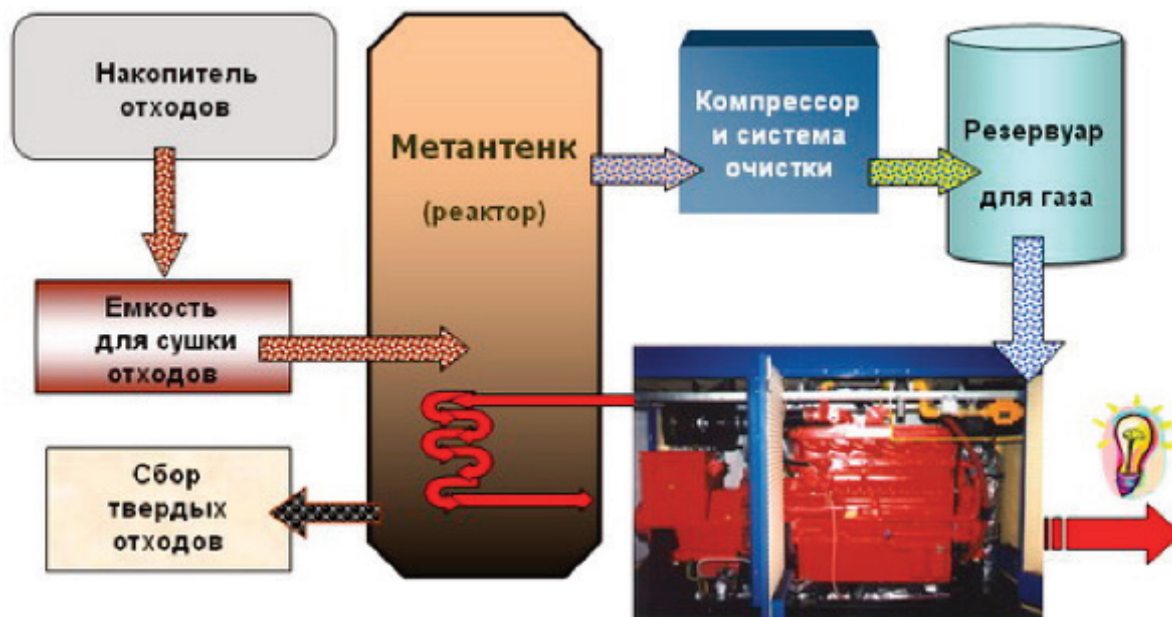


Рис. 1. Схема получения биологического газа

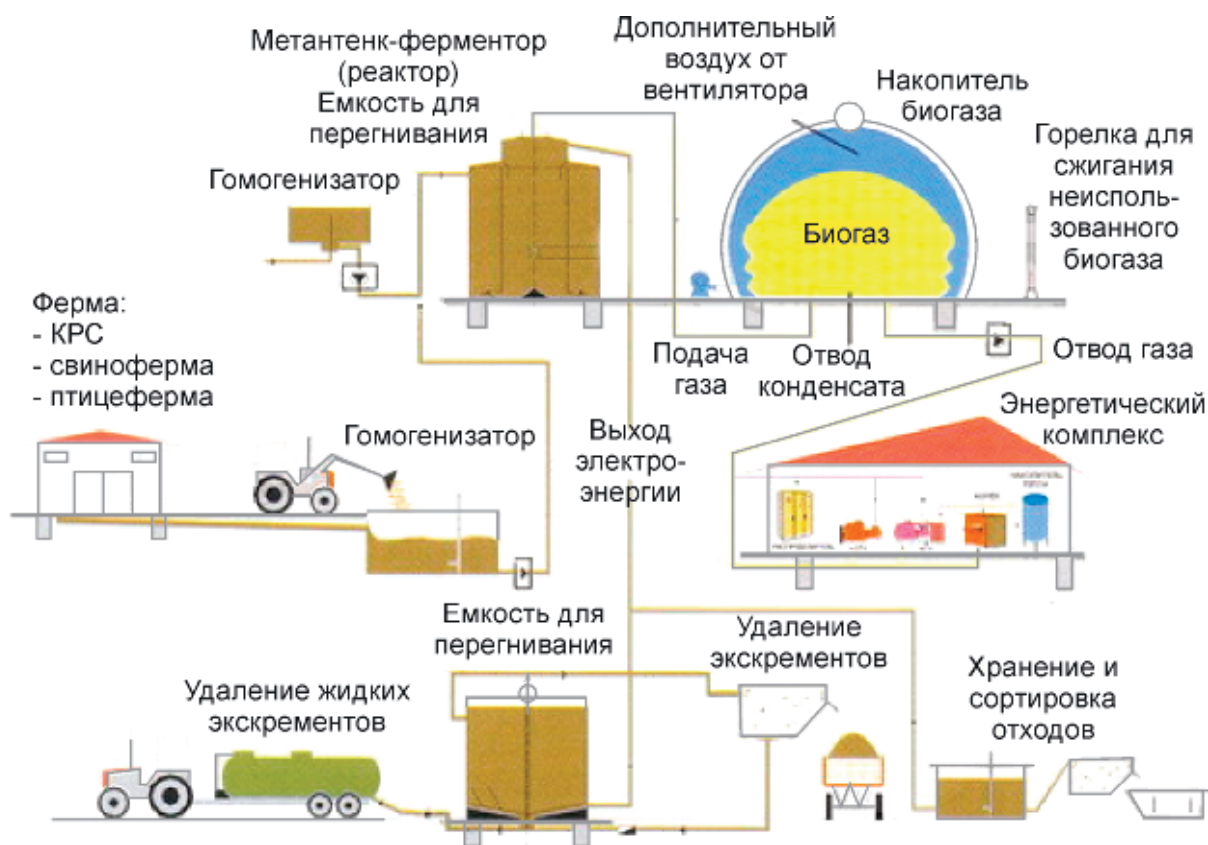


Рис. 2. Схема получения и использования биологического газа

живания установки возникают сложности ввиду ошибок персонала в эксплуатации.

Постоянная каждодневная работа биогазовой установки требует значительной степени знаний персонала, количества биогаза и биологических удобрений и продолжительной службы установки. Разнообразные сложности случаются из-за ошибок в эксплуатации. Ошибки решаются

путём: правильного выбора установки, приемлемая для данного климата, и использование только высококачественных приборов [2].

Подготовка к запуску осуществляется в три этапа: — 1 этап — это подготовительный. На данном этапе осуществляется реактора и газовой системы. Проверка осуществляется использованием водяного манометра.

– 2 этап — происходит наполнение водой реактора. И концентрирую показания манометра. В случае не изменения показания манометра в течении суток означает герметичность реактора и газовой системы.

– 3 этап — работа может быть начата, если установок и её элементы признаны рабочими по требованиям безопасной эксплуатации.

Проблемы на пути формирования рынка биологического газа, и других альтернативных источников энергии состоят в малых тарифах на энергию, газ, отсутствия государственной поддержки и пренебрежение к экологическим аспектам со стороны как жителей, так и предпринимателей. Однако имеются положительные моменты, которые должны содействовать развитию альтернативных источникам энергии, в частности биологического газа

Производство топливных гранул (пеллет) и топливных брикетов

Пеллеты, топливные гранулы, как и топливные брикеты производятся на основе опилок, или древесных отходов, шелухи подсолнечника, соломы.

В биологические установки загружается растительная масса, там происходит измельчение. Из отходов мы получаем практически муку. Затем она помещается в сушилку, в которой происходит выпаривание жидкости. Весь этот процесс служит подготовкой массы к прессованию [3].

Во время прессования температура массы увеличивается. Липтин, который находится в растительных частицах расплавляется и склеивает уже высушенные растительные частицы.

Для операции гранулирования используются кольцевые штампы. Аппарат представляет собой мясорубку,

нож у которой срезает верхушки гранул. Кольцевые штампы вращаются благодаря валам ротора. При вращении растительная масса переходит в фильеры.

Всё действия, описанные выше завершаются охлаждением и упаковкой. Упаковка имеет объём равный двум кг, однако продажа гранул может осуществляться и в рассыпную.

Изготовление топливных брикетов имеет общие черты с изготовлением пеллет. Однако различия заключаются в готовом продукте. То есть даже отходы сельскохозяйственного и деревообрабатывающего производства поддаются рублению и прессовке [3].

Для производства брикетов необходимо производить нагрев некоторых видов сырья до 350°. В сырье, получаемым из деревьев большое количество лигнина, благодаря этому факту процесс прессования происходит хорошо. Однако, если использовать однолетние растения, то лигнина будет недостаточно, поэтому иногда используют ещё некоторые связующие вещества, для облегчения процесса прессования.

Для того, чтобы получить прочный брикет необходимо осуществлять плавление при высокой температуре. Но травмировать топливо возможно из-за транспортировки

С помощью ударных механизмов возможно получить цилиндрические брикеты. Габариты брикетов можно задать самостоятельно. Брикеты можно разделить на цельные и брикеты с отверстием внутри. Первоначального сырья нужно брать в 10 раз больше, чем получаемых брикетов.

Вывод. Биогазовые установки часто размещаются в странах, у которых нет требований на строительство и эксплуатацию газопровода. Также их устанавливают взамен старого оборудования котельных. С их помощью

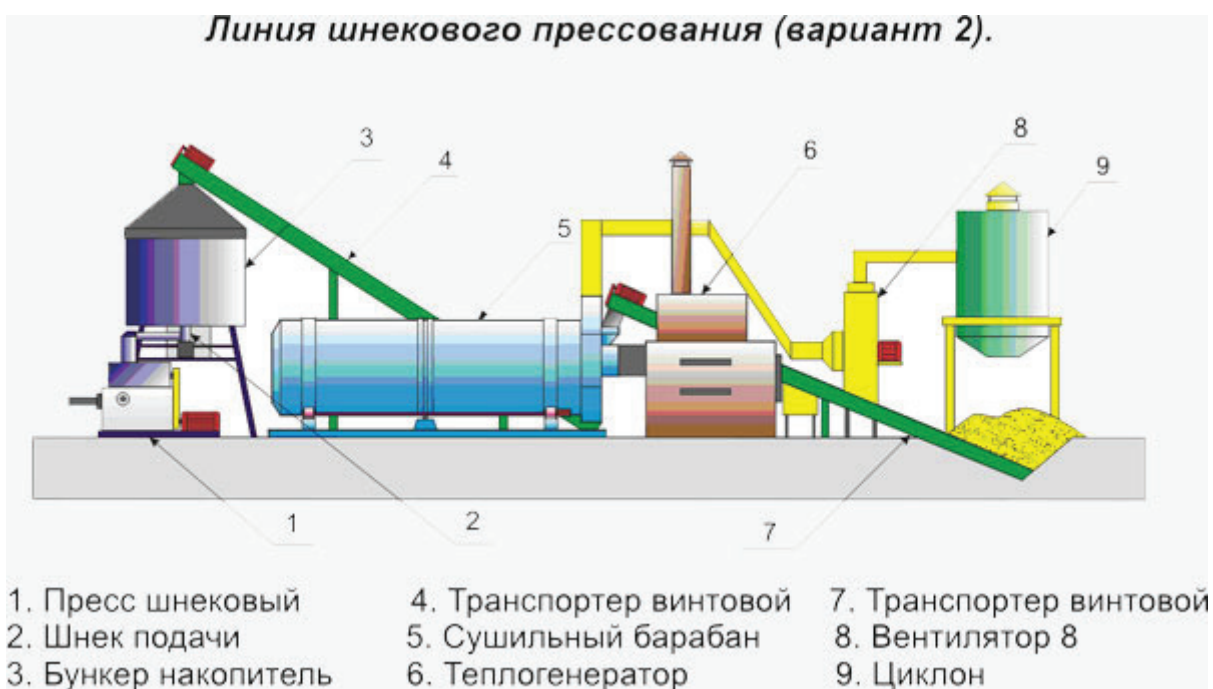


Рис. 3. Технология изготовления топливных брикетов

большинство населённых пунктов снабжаются электроэнергией. Применить биологический газ возможно, если используется уже природный газ.

Биогазовая установка имеет очень простой принцип действия. В начале отходы помещаются в биохимический реактор, затем происходит нагрев, далее выделяется газ.

После очищения мы получим биометан. Остается только преобразовать полученный «продукт» в электрический ток.

Пеллеты, как вид биологического топлива появились сравнительно недавно и используются в основном для отопления коттеджей.

Литература:

1. Пармухина, Е. Биогаз: делаем деньги из отходов производства [Электронный ресурс] / Е. Пармухина. — Режим доступа: <http://techart.ru/files/publications/biogas.pdf> (дата обращения: 20.05.2016).
2. БИОЭНЕРГЕТИКА: мировой опыт и прогноз развития Научный аналитический обзор [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://biotoprk.ru/files/news/bioenergetica_moskva_2007.pdf (дата обращения: 20.05.2016).

Методы защиты доступа в ERP-системах: идентификация и аутентификация

Сухаревская Екатерина Витальевна, студент;
Михальченко Светлана Владимировна, студент;
Шамин Иван Михайлович, студент;

Никишова Арина Валерьевна, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный университет

В статье рассмотрена проблема обеспечения защиты доступа в ERP — системах. Описаны основные методы идентификации и аутентификации, принципы их работы. Выделены их достоинства и недостатки.

Ключевые слова: ERP-система, данные, идентификация, аутентификация, данные, злоумышленник

В современном мире информационных технологий ERP — системы уже заняли свое место на рынке, благодаря их возможности автоматизировать процессы производства. В частности, ERP — система (Enterprise Resource Planning) — корпоративная информационная система, с помощью которой можно планировать и управлять ресурсами организации на автоматизированном уровне. В такой системе сосредоточен большой объем информации, которая представляет определенную важность для организации (данные бухгалтерии, кадровая информация, данные о сбыте и др.).

Как показывает опыт, злоумышленные действия над информацией, в частности над корпоративными данными, имеют устойчивую тенденцию к росту [1, с. 86]. Поэтому очень важно организовать необходимый уровень защиты доступа к данным корпоративной системы, чтобы по мере работы ERP-системы не происходило ситуаций, когда компания терпит убытки из-за несанкционированного доступа к информации или других неправомерных действий над данными [2, с. 54].

Архитектура ERP — системы состоит из 3 основных компонентов, взаимосвязанных между собой:

- 1) Клиент;
- 2) Сервер приложений;
- 3) Сервер базы данных;

Уровень «сервера приложений» автоматизирует множество процессов: от авторизации пользователей до об-

работки информации в БД, поэтому важно обеспечить защиту данного уровня, к примеру, назначить роли пользователям, на основании которых пользователь либо имеет доступ к тем или иным данным, либо не имеет. В корпоративных системах идентификация и аутентификация — первое, с чем сталкивается сотрудник, начиная свою работу. С помощью идентификации пользователь (сотрудник, субъект) сообщает системе свое имя, далее посредством аутентификации эта система удостоверяется, что пользователь именно тот, за кого себя выдает. Для проверки подлинности сотрудник должен предъявить системе что-то, что удостоверит его личность:

- 1) То, что он знает: пароль, криптографический ключ или идентификационный номер;
- 2) То, чем он владеет: карточка сотрудника или любое другое устройство с аналогичным назначением;
- 3) То, что есть часть его самого: биометрические данные;

Можно выделить следующие особенности средств идентификации и аутентификации.

I. Парольная аутентификация.

Для многих организаций пароли обеспечивают нужный уровень безопасности, но для крупных корпоративных систем пароли являются достаточно слабым средством обеспечения безопасности на этапе проверки подлинности сотрудника. Признано множество минусов этого средства аутентификации: пароли часто бывают очень легкие,

которые легко угадать; их не хранят в тайне (изначально указываются в документации, хранятся на рабочем столе сотрудника), при вводе пароля пользователем его можно подсмотреть и др.

Но при создании определенной политики безопасности паролей можно добиться определенной надежности защиты системы: наложение ограничений (пароль должен содержать цифры и буквы разного регистра), установка срока действия пароля и количества неудачных попыток входа в систему и др.

II. Одноразовые пароли.

Для организации более защищенной аутентификации был разработан алгоритм TOTP — Time-based One Time Password Algorithm, генерирующий пароли в зависимости от времени, которые действительны в пределах определенного интервала. Работает данный алгоритм следующим образом:

1. Пользователь берет текущее значение таймера и секретный ключ.
2. Далее он хеширует их с помощью хеш-функции, являющейся входным параметром.
3. При получении кода сервер проводит те же вычисления и сравнивает эти значения.

Такой способ защиты является более надежным, чем применение многозначных паролей, но он также уязвим. К примеру, злоумышленник, прослушивая трафик, может перехватить логин и одноразовый пароль, который послал пользователь. Далее он просто блокирует компьютер сотрудника и отправляет полученные данные от своего имени. Если он, проводя все эти действия, укладывается в промежуток времени действия пароля, то злоумышленник получает доступ.

III. Идентификационные карты и электронные ключи

Причиной появления этого метода идентификации и аутентификации послужило создание электронных носителей информации, таких как: USB — ключи, смарт-карты, пластиковые карты).

1) Пластиковые карты с магнитной полосой — магнитная полоса содержит дорожки, на которые путем намагничивания крошечных частиц, содержащих железо на поверхности полоски, записывают закодированный номер карты, ее срок действия, имя и фамилию владельца карты и т.п. Чтение закодированной информации с карты производится путем проведения этой полосы по магнитной головке.

2) Смарт-карты, назначение которых — аутентификация пользователей и хранение ключевой информации. Существует несколько видов смарт — карт: контактные смарт — карты с интерфейсом ISO 7816, с USB — интерфейсом и бесконтактные (RFID) смарт — карты. Главной особенностью контактной смарт — карты с интерфейсом ISO 7816 является наличие чипа, который при соприкосновении с электрическими коннекторами в считывателе, позволяет считать или записать информацию. Смарт — карты с USB — интерфейсом — микросхема карты ISO 7816 вместе с USB — считывателем в одном корпусе

(eToken, Rutoken). Бесконтактные смарт — карты основаны на технологии RFID, т.е. чтобы произвести необходимые операции, карты требуется подносить достаточно близко к считывателю.

IV. Идентификация и аутентификация с помощью биометрических данных.

Биометрия — совокупность методов идентификации и аутентификации пользователей на основе их поведенческих или физиологических характеристик. К физиологическим можно отнести такие характеристики, как: геометрия рук или лица, сетчатка и роговица глаз или отпечатки пальцев, к поведенческим — работа с клавиатурой (динамика, стиль) или стиль написания ручной подписи, а особенности голоса (распознавание речи) относят к смежным характеристикам. Работа с биометрикой в корпоративных системах производится по следующим этапам:

1) Создается база данных (БД) характеристик пользователей — данные снимаются, обрабатываются, и биометрические шаблоны заносятся в БД. В свою очередь шаблоны — большие числовые последовательности, которые и является так называемым «паролем» пользователя;

2) При непосредственной идентификации и аутентификации пользователя биометрические данные снова снимаются и обрабатываются для сравнения их с шаблонами в созданной БД. Если поиск и сравнение завершается успешно, то личность сотрудника и его подлинность установлены.

Так как результат измерений биометрических данных может быть всегда разным или неточным, в связи с этим этот результат запоминается как эталонный. Нельзя говорить о полном совпадении шаблона с эталонным результатом биометрических данных, который предоставил пользователь в момент аутентификации, из-за этого вводят понятие «степени совпадения», которое и определяет пороговую величину, превышая которую, можно говорить об успешной аутентификации пользователя.

Биометрическая идентификация и аутентификация также подвержена различным угрозам, как и другие способы аутентификации. К примеру, к устройству сканирования биометрических данных можно легко поднести муляж (запись голоса, муляжи пальцев из баллистического геля и др.). Также следует учитывать то, что биометрические данные любого человека меняются со временем, и таким образом, необходимо каждый раз через какой-то промежуток времени обновлять БД шаблонов.

Однако, учитывая ненадежность паролей, как одноразовых, так и многозначных, их можно сменить, цифровые сертификаты или USB-ключи можно аннулировать, но биометрику человек заменить не сможет, поэтому если биометрические данные сотрудников будут скомпрометированы, то организация будет вынуждена производить полную модернизацию всей системы.

V. Многофакторная аутентификация

Для улучшения безопасности доступа чаще всего применяют сразу несколько средств аутентификации. Самый

надежный метод многофакторной аутентификации на сегодня — использование токенов — персональных аппаратных устройств [3. с.15].

Токен — электронный ключ, представленный в виде USB — карт-ридера с интегрированным чипом смарт — карты. Токены, созданные на основе смарт — карт, могут генерировать и хранить ключи шифрования, обеспечивая таким образом строгую аутентификацию при доступе к компьютеру с внедренной ERP — системой или другой информационной системе предприятия. Использование токенов при входе в ERP — систему, она автоматически будет заблокирована, если сотрудник покинет рабочее место. Но часто случается так, что пользователь, уходя, забывает забрать токен с собой, и таким образом, открытый доступ к ERP — системе является серьезной уязвимостью в системе безопасности предприятия. Другим способом многофакторной аутентификации является ввод одноразового пароля, сгенерированного устройством, по совместительству с многофакторным паролем.

Во многих корпоративных системах уже оценили преимущества внедрения токенов в систему безопасности. Но из-за частых смен забытых PIN — кодов к токенам, приходится менять токен и выдавать временный. Следствием этого являются значительные затраты предприятия на такое сопровождение внедренных средств идентификации и аутентификации. Поэтому даже такие строгие методы защиты, как, к примеру, многофакторная аутентифи-

кация, включающая в себя совокупность уже привычных средств, не обеспечат полную защиту предприятия от несанкционированного доступа к данным ERP — системы. Для того чтобы сделать их действительно эффективными, нужно определить политику безопасности, регламенты и правила поведения на рабочем месте.

Описанные выше методы идентификации и аутентификации имеют свои достоинства и недостатки, но каждый метод на том или ином уровне защищает предприятие от несанкционированного доступа к ERP — системе. Основными причинами утечки корпоративных данных являются: передача пароля для доступа к ERP — системе третьим лицам, уход с рабочего места с забытым электронным ключом или картой в системе. Поэтому по большей части защита ERP — системы на уровне авторизации зависит непосредственно от самого пользователя: от того, с какой ответственностью он подходит к выполнению своей работы и защите своего предприятия. Сложнее, конечно, скомпрометировать биометрические данные, но и это не дает сто процентной гарантии, что ERP — система будет полностью защищена. Многофакторная аутентификация — самый надежный метод защиты доступа на сегодняшний день. В совокупности с дополнительным средством аутентификации токены становятся все более популярными, так как они позволяют решать сразу несколько задач по обеспечению информационной безопасности предприятия.

Литература:

1. Цыбулин, А. М. Подход к построению автоматизированной системы управления информационной безопасностью предприятия // Вестник Волгу. Технические инновации. — 2011. — № 5. — с. 86–89.
2. Багров, Е. В. Мониторинг и аудит информационной безопасности на предприятии // Вестник Волгу. Технические инновации. — 2011. — № 5. — с. 54–56.
3. Комаров, А. Современные методы аутентификации: Токен и это все о нем..! // Т-Сопт — Телекоммуникации и Транспорт. — 2008. — № 6. — с. 13–16.

Оценка термодинамической эффективности цикла теплового насоса

Толстый Олег Викторович, магистрант;

Тихонова Ольга Борисовна, кандидат технических наук, доцент;

Русяков Дмитрий Викторович, кандидат технических наук, доцент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета в г. Шахты

Из всех типов тепловых насосов (ТН) наибольшее распространение получили парокомпрессионные тепловые насосы. В связи с этим становится необходимым использовать все возможные резервы их совершенствования.

Принцип работы теплового насоса заключен в следующем — в результате подвода низко потенциальной теплоты в испаритель теплового насоса (рис. 1) происходит кипение рабочего тела, пары которого сжимаются в компрессоре с повышением энтальпии и температуры за счет работы сжатия. В конденсаторе теплота охлаждения паров и фазового перехода рабочего тела передается технологическому теплоносителю (приемнику теплоты).

Цикл парокомпрессионного ТН в T, s — диаграмме (б): К — конденсатор; И — испаритель; КМ — компрессор; Д — дроссель; ПД — приводной двигатель; Q_H, Q_L — отводимая и подводимая теплоты в конденсаторе и испарителе ТН соответственно.

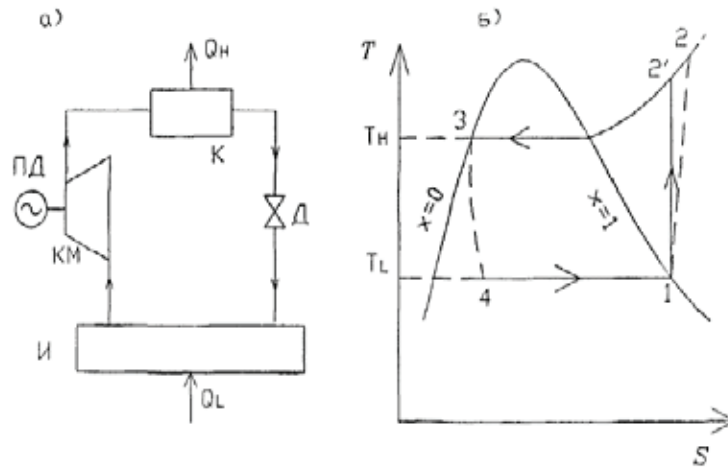


Рис. 1. Принципиальная схема парокompрессионного теплового насоса (а)

На рисунке 1 Б изображен круговой процесс идеальной парокompрессионной теплонасосной установки в T, s — диаграмме, на которой (7–2) изэнтропийное сжатие влажного пара от давления в испарителе до давления в конденсаторе; (2–3) изобарная конденсация рабочего тела; (3–4) изэнтропийное расширение в детандере до давления в испарителе; (4–1) изобарно-изотермическое кипение (испарение) рабочего тела.

Существуют две группы параметров, характеризующих качество и эффективность использования тепловых насосов: технические, которые отражают техническое качество ТН и эффективность рабочих процессов в его элементах, и параметры, которые отражают термодинамическую и экономическую эффективность использования ТН в заданных условиях.

К техническим параметрам относятся: использование определенного рабочего вещества, потери на дросселирование, адиабатный КПД и отношение давлений в цикле ТН, коэффициент совершенства (полный КПД) ТН и др. Эти параметры за последние 20–25 лет стабилизировались и примерно одинаковы для ТН различных фирм. Основным термодинамическим и экономическим параметром является действительный коэффициент преобразования энергии в тепловом насосе $\mu_{дейст}$. Он в основном зависит от разности температур холодного и горячего теплоносителей и меньше — от средней разности температур при теплопередаче в испарителе и конденсаторе ТН, т.е. от температурных условий, заданных при проектировании или сложившихся при эксплуатации ТН.

В компрессионных ТНУ имеют место следующие необратимости:

- внутренние — процесс сжатия в компрессоре и процесс дросселирования;
- внешние необратимости, возникающие в результате теплообмена при конечной разности температур в конденсаторе и в испарителе.

Термодинамическую эффективность цикла можно выразить следующей формулой:

$$\eta_{\Delta} = \frac{\mu_{дейст}}{\mu_{идеал}} \tag{1}$$

где $\mu_{дейст}, \mu_{идеал}$ коэффициент преобразования действительного (реального) и идеального теплового насоса соответственно.

Действительный цикл можно представить как результат, полученный после очередного изменения, идеального обратимого цикла Карно (рисунок 2). На рисунке 2, цикл 1 представлен идеальный обратимый цикл Карно для данных постоянных температур источников тепла $T_{hot}, T_{o.c.}$. Рисунок 2, цикл 2 представляет внешне необратимый цикл Карно, когда передача тепла между рабочим телом и источником тепла осуществляется при конечной разности температур и степень термодинамического совершенства в этом случае $\eta_{\Delta} < 1$. На рисунке 2, цикл 3 показано дальнейшее изменение цикла при наличии внутренней необратимости процесса дросселирования. При этом $\eta_s = \eta_{\Delta} \eta_o$. Схема рисунка 2, цикл 4 учитывает действительный процесс в конденсаторе, где пар перегрет и $\eta_s = \eta_o \eta_n = \eta_s \eta_{\Delta} \eta_o$. Наконец, мы переходим к действительному циклу, в котором имеется также необратимость процесса в компрессоре (рисунок 2, цикл 5).

Для этого цикла рекомендуется:

$$\eta_s = \eta_{\Delta} \eta_o \tag{2}$$

Степень совершенства ТНУ определяется:

$$\eta_e = \eta_{\Delta} \eta_s \eta_i \eta_m \eta_{эл} + \eta_{эл} (1 - \eta_i \eta_{км}) \tag{3}$$

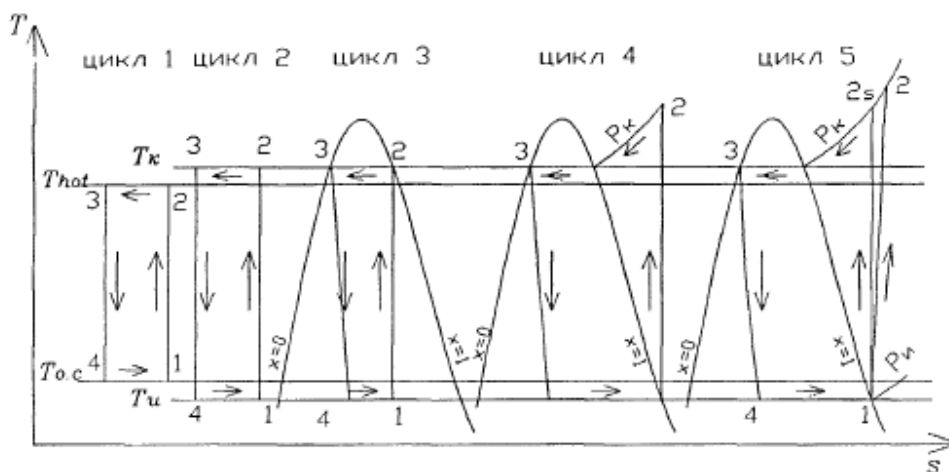


Рис. 2. Переход от цикла Карно к действительному:

1 — цикл Карно; 2 — необратимый цикл; 3 — без перегрева; 4 — с перегревом; 5 — реальный цикл

где η_{Δ} — степень совершенства необратимости цикла Карно; η_{σ} — коэффициент, учитывающий приближение эталонного цикла к необратимому циклу Карно; $\eta_{\kappa m}$ — коэффициент, учитывающий степень обратимости процесса сжатия в компрессоре; η_e — коэффициент, учитывающий приближение рабочего цикла к обратимому циклу Карно — степень совершенства теплового насоса; η_i — индикаторный КПД для крупных холодильных поршневых компрессоров, принимается 0,7–0,8; $\eta_m, \eta_{эл}$ — механические и электрические КПД установки. T, T_0 — верхняя и нижняя температура внешних источников тепла, К.

Выясним теперь влияние изменения η_{Δ} . Степень термодинамического совершенства для цикла ТНУ можно выразить, но формуле 2 выше. Подставив соответствующие значения $\mu_{дейст}, \mu_{идеал}$, получим:

$$\eta_{\Delta} = \left(\frac{T_{\kappa} + \Delta T_{\kappa}}{T_{\kappa} - T_0 + \Delta T_{\kappa} + \Delta T_0} \right) \left(\frac{T_{\kappa} - T_0}{T_{\kappa}} \right) \tag{4}$$

Проанализируем влияние изменения $T_{\kappa}, T_0, \Delta T_{\kappa}, \Delta T_0$ (температуры и температурные напоры в конденсаторе и испарителе соответственно) на степень термодинамического совершенства в случае, когда остальные величины остаются постоянными:

$$\frac{\partial \eta_{\Delta}}{\partial (\Delta T_0)} = \left(\frac{T_{\kappa} + \Delta T_{\kappa}}{(T_{\kappa} - T_0 + \Delta T_{\kappa} + \Delta T_0)^2} \right) \left(\frac{T_{\kappa} - T_0}{T_{\kappa}} \right) \tag{5}$$

Из уравнения 5 видно, что η_{Δ} уменьшается с увеличением ΔT_0 .

Аналогично:

$$\frac{\partial \eta_{\Delta}}{\partial (\Delta T_{\kappa})} = \left(\frac{T_0 + \Delta T_0}{(T_{\kappa} - T_0 + \Delta T_{\kappa} + \Delta T_0)^2} \right) \left(\frac{T_{\kappa} - T_0}{T_{\kappa}} \right) \tag{6}$$

При сопоставлении уравнений 5 и 6 видно, что изменение ΔT_0 в большей степени влияет, на η_{Δ} , чем изменение ΔT_{κ} . Рассмотрим теперь влияние ΔT_0 на степень совершенства цикла:

$$\frac{\partial \eta_{\Delta}}{\partial T_0} = \left(\frac{T_{\kappa} + \Delta T_{\kappa}}{(T_{\kappa} - T_0 + \Delta T_{\kappa} + \Delta T_0)^2} \right) \left(\frac{T_{\kappa} - T_0}{T_{\kappa}} \right) + \frac{T_{\kappa} + \Delta T_{\kappa}}{T_{\kappa} - T_0 + \Delta T_{\kappa} + \Delta T_0} \left(\frac{-1}{T_{\kappa}} \right) \tag{7}$$

Анализа уравнения 7 показывает, что при увеличении T_0 степень совершенства термодинамического цикла уменьшается.

Наконец рассмотрим влияние изменения T_{κ} на η_{Δ} :

$$\frac{\partial \eta_{\Delta}}{\partial T_{\kappa}} = \left(\frac{T_0 + \Delta T_0}{(T_{\kappa} - T_0 + \Delta T_{\kappa} + \Delta T_0)^2} \right) \left(\frac{T_{\kappa} - T_0}{T_{\kappa}} \right) + \frac{T_{\kappa} + \Delta T_{\kappa}}{T_{\kappa} - T_0 + \Delta T_{\kappa} + \Delta T_0} \left(\frac{T_0}{T_{\kappa}^2} \right) \tag{8}$$

Как видно из уравнения 8 η_{Δ} увеличивается с повышением T_{κ} . Таким образом, при прочих равных условиях, степень термодинамического совершенства η_{Δ} уменьшается с увеличением ΔT_0 и T_{κ} . Темп уменьшения возрастает с повышением T_{κ} . И, наконец, с повышением T_{κ} степень обратимости цикла увеличивается.

Таким образом, очевидно, что для повышения эффективности теплового насоса необходимо проводить, в том числе конструктивные изменения теплового насоса, которые в свою очередь повысят энергию энергетическую эффективность машин в целом.

Литература:

1. Калнинь, И. М., Савицкий И. К. Тепловые насосы: вчера, сегодня, завтра // Холодильная техника. 2000. X. 2. 10. с. 2–6.
2. Ильин, А. К., Дуванов С. А. Характеристики свойства современных тепловых насосов // Проблемы совершенствования топливно-энергетического 145 комплекса: Сб. науч. тр. Вып. 3. Материалы Междунар. Науч.—прак. конф. — Саратов: Из-во Сара. Ун-та, 2004. 160 с.
3. Бриганти, А. Тепловые насосы в жилых помещениях // АВОК. 2001. № 5. с. 24–28.
4. Седлов, А. С., Проценко В. П., Зройчиков Н. А., Боряков Д. В., Галас И. В., Филиппов Д. Н., Комов А. А. Анализ эффективности использования парокompрессионных теплонасосных установок в теплофикационных системах // Энергосбережение и водоподготовка. 20 Агабабов В. С., Горягин А. В., Джураева Е. В. Об использовании теплонасосной установки для подогрева газа перед детандером // Энергосбережение и водоподготовка. 2006, № 5 (43). с. 37–38.
5. Русляков, Д. М., Тихонова О. Б., Першин В. А., Давыдов Я. С. К вопросу эксплуатационной эффективности бытовых холодильных приборов // Вестник Иркутского государственного технического университета. — 2014. № 8 (91).

Планирование экспериментального исследования по оценке прочностных и деформативных параметров ПВХ мембраны

Тошин Дмитрий Сергеевич, кандидат технических наук, заведующий кафедрой
Тольяттинский государственный университет

Мисько Евгений Андреевич, инженер
ООО «Белком» (г. Самара)

Фирсова Татьяна Геннадьевна, студент
Тольяттинский государственный университет

В статье рассматриваются результаты планирования экспериментального исследования гидроизоляционной ПВХ мембраны. Прочностные и деформативные параметры определены как одни из основных показателей, обеспечивающих работоспособность материала при действии нагрузок, характерных для плоских совмещенных покрытий. Разработанная программа экспериментальных исследований включает стандартное испытание с определением условной прочности и повторное нагружение образцов-лопаток. Повторное нагружение соответствует условиям эксплуатации ПВХ мембран, а при реализации в лабораторных условиях позволяет установить его влияние на прочность материала и закономерность накопления неупругих деформаций.

Ключевые слова: ПВХ мембрана, гидроизоляция, покрытие, условная прочность, деформация, образец-лопатка, испытание, программа исследований

Гидроизоляционный слой совмещенных покрытий зданий и сооружений эксплуатируется в сложных условиях и подвергается многочисленным воздействиям: солнечная радиация, осадки, нагрузка от снега, отложений пыли и ветра. При этом надежная и безотказная работа гидроизоляции покрытия определяет не только комфортность пребывания людей в здании и сохранность находящихся материалов, оборудования, а также долговечность строительных конструкций и здания в целом.

В последние годы на территории Российской Федерации при проектировании и строительстве объектов различного назначения широкое распространение получили гидроизоляционные ПВХ мембраны. Материал находит применение как в конструкциях покрытия индивидуальных жилых домов с несколькими десятками или сотнями квадратных метров, так и в конструкциях производственных зданий с площадью покрытия в десятки тысяч квадратных метров. С каждым годом объемы использования данного гидроизоляционного материала возрастают.

Опыт применения ПВХ мембран показывает, что при эксплуатации на поверхности материала могут появляться неровности. Данное наблюдение относится к случаю монтажа в холодный период времени при последующем повышении температуры. При укладке в летний период и дальнейшем понижении температуры отмечается появление избыточных напряжений, что в совокупности с многократно повторяющимся действием снеговых и ветровых нагрузок (рис. 1) может приводить к значительным растягивающим напряжениям и надрывам в местах креплений, примыканий. Влияние повторных нагружений ПВХ мембраны при эксплуатации в значительной степени опреде-

ляет период работоспособности материала, но остается на сегодняшний день недостаточно изученным, что подчеркивает актуальность работы.

Безусловно, основной функцией гидроизоляционного слоя покрытия является недопущение проникновения атмосферных осадков внутрь здания, а в совокупности с другими слоями совмещенного покрытия также организация водоотвода. При высокой надежности основного материала, заявляемый срок эксплуатации которого исчисляется десятилетиями, первичные признаки повреждений следует ожидать в местах сопряжения и примыкания материала, традиционно являющихся наиболее ответствен-



Рис. 1. Натяжение ПВХ-мембраны при действии отрицательного ветрового давления

ными и уязвимыми элементами покрытий и крыш. Описанные силовые факторы природно-климатического характера в совокупности с возможными вынужденными деформациями, обусловленными неравномерной осадкой фундаментов, неупругими деформациями слоя утеплителя под гидроизоляцией [1] и т.д., могут приводить к значительным напряжениям, а при повторении воздействия во времени, возможно, способствовать накоплению неупругих деформаций по аналогии с другими неупругодеформируемыми строительными материалами: бетон [2], минераловатные плиты [3].

Степень влияния силового нагружения на работоспособность ПВХ мембран будет зависеть не только от прочностных параметров, регламентируемых ГОСТ [4] и контролируемых заводом-изготовителем, но в большей

степени от деформативности применяемого материала. Нарушение эксплуатационных показателей в виде неровностей, нежелательных волн и складок на покрытии можно ожидать при возможном накоплении неупругих деформаций от повторных нагрузок при различных уровнях растягивающих напряжений. Численная оценка влияния подобного воздействия может быть проведена путем экспериментальных исследований на образцах ПВХ мембран.

Согласно ГОСТ [4] испытание гидроизоляционных материалов, включая полимерные, может выполняться на образцах-лопатках с шириной рабочего участка 50 мм и шириной в местах захватов 60 мм (рис. 2). Для ПВХ мембран заявляемая прочность полосы на разрыв находится в диапазоне 900–1100 Н.

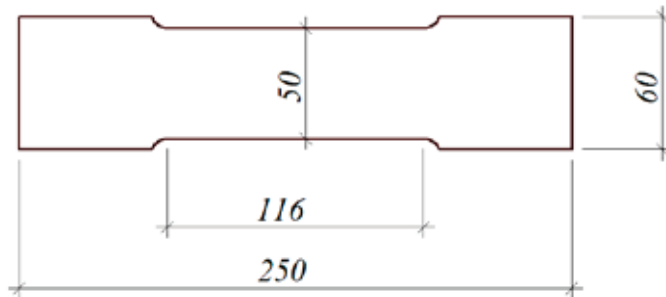


Рис. 2. Стандартный образец-лопатка для испытания на разрыв

Для оценки влияния ранее описанных воздействий на прочностные и деформативные параметры гидроизоляционной ПВХ мембраны необходимо разработать программу экспериментальных исследований, включающую испытание по нескольким сценариям нагружения (рис. 3):

1. Однократное нагружение образца с доведением до разрыва.
2. Повторное нагружение нескольких серий образцов с постоянным уровнем нагружения в каждой серии и полной

разгрузкой в каждом цикле. Количество циклов повторной нагрузки — три, с разрывом при последующем растяжении.

Испытание серии образцов материала по первому сценарию соответствует стандартному определению условной прочности гидроизоляционного материала. Значение условной прочности на разрыв σ_p в данной серии может приниматься за 100% в дальнейших вычислениях.

Испытания серий образцов ПВХ мембраны по второму сценарию позволяет установить величину неу-

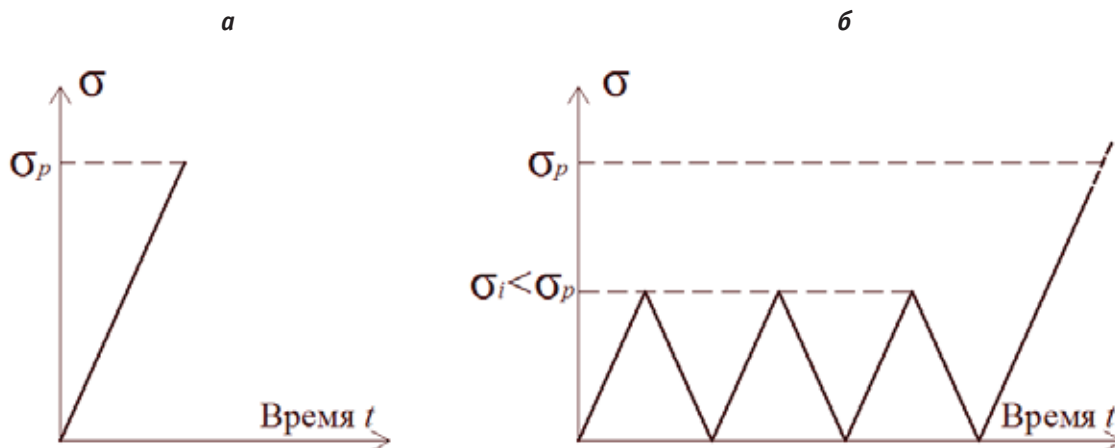


Рис. 3. Схематическое представление программы экспериментальных испытания образцов-лопаток ПВХ по первому (а) и второму (б) сценарию

ругих деформаций материала, накапливаемых при каждом цикле нагрузка-разгрузка, а также прочность материала после подобного нагружения. Испытание нескольких серий образцов с различной величиной нагрузки позволит установить влияние уровня повторного нагружения на прочность материала и на закономерность накопления неупругих деформаций. Различные уровни нагружения в данном случае могут быть рассмотрены как воздействия от вынужденных деформаций сложно прогнозируемой величины, а также как ветровая нагрузка, переменная для различных ветровых

районов Российской Федерации. В качестве уровней нагружения материала в сериях ПВХ мембран, планируемых для испытания по второму сценарию, назначаются величины нагрузок, соответствующих $0,4\sigma_p$, $0,5\sigma_p$, $0,6\sigma_p$, $0,7\sigma_p$, $0,9\sigma_p$.

Таким образом, разработанная программа экспериментальных исследований гидроизоляционных ПВХ мембран позволит оценить фактические значения контролируемого параметра условной прочности материала и влияние повторных нагрузок различного уровня на прочностные и деформативные параметры.

Литература:

1. Тошин, Д. С., Степанов А. А., Мисько Е. А. и др. Оценка деформативности утеплителей при однократном и повторном приложении нагрузки // Юность и Знания — Гарантия Успеха — 2015: материалы 2-й Междунар. науч. — практич. конф. 01–02 октября 2015 — Курск, 2015. — Т. 2. — с. 184–188.
2. Тошин, Д. С. Нелинейный расчет деформаций изгибаемых железобетонных элементов при разгрузке с применением деформационной модели: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. Самара, 2009.
3. Тошин, Д. С., Степанов А. А. Экспериментальные исследования деформативности минераловатных утеплителей при повторном приложении нагрузки // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2016. — № 2 (29). — с. 90–93.
4. ГОСТ 2678–94*. Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний.

Выбор материала и технологии изготовления комфортной медицинской профилактической обуви

Узакова Лайло Палвановна, кандидат педагогических наук, доцент;
 Абдурахманова Фируза Абдуфармановна, старший преподаватель;
 Мухаммедова Мадинабону Олимовна, ассистент
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В данной статье приведены о выборе материала и технологии изготовления комфортной, медицинской профилактической обуви для детей с патологическими отклонениями.

Ключевые слова: ортопедические стельки пенополиэтилен, сэвилен, эвапласт, упруго-амортизационные свойства, потостойкость, многоцикловые деформации, упругость, пластичность

This article discusses about the choice of material and manufacturing technology comfortable, medical preventive footwear for children with severe disabilities.

В настоящее время в производстве ортопедических стелек широкое применение получили вспененные материалы, такие как пенополиэтилен, сэвилен, эвапласт, отличающиеся хорошими упруго-амортизационными свойствами, легкостью и невысокой стоимостью. Эти материалы отличаются высокой химической стойкостью, водостойкостью, потостойкостью, а изделия из них не оказывают вредного воздействия на организм.

Вспененные материалы должны обладать определенным набором физико-механических характеристик при изгибе и сжатии. Для материалов, применяемых при изготовлении вкладных стелек, важным является их по-

ведение при многократном сжатии со значительной скоростью деформации, характерной для ходьбы. Некоторые виды материалов под воздействием многоцикловых деформаций сжатия теряют свою форму в связи с накоплением остаточных деформаций. Остаточная деформация при сжатии материалов для деталей низа обуви, не должна превышать 15–30%.

Снижение твердости материалов низа обуви увеличивает амортизационные свойства обуви, уменьшает утомляемость стопы при ходьбе и беге. Снижение твердости возможно только до определенного предела, который лимитируется величиной остаточной деформации

материала при сжатии, пределы которой были указаны выше.

Были проведены испытания, по определению показателей свойств материалов при сжатии, и был подобран материал для изготовления стелечного узла и вкладной разгружающей стельки. При этом стояла задача выбора материала, обладающего: малой плотностью, с целью снижения веса изделия, оптимальными значениями показателей эластичности и упругости для обеспечения необходимых амортизационных свойств; необходимой пластичностью, для обеспечения при формоваемости. Технологичность материала оценивалась показателями термопластичных и адгезионных свойств, которые определяют способность формования в пресс-формах и способность к склеиванию.

Таким образом, для оценки эксплуатационных и технологических свойств были выбраны следующие показатели: остаточная деформация ($\epsilon_0, \%$), упругость ($Y, \%$), пластичность ($P, \%$), изменения пластичности ($\Delta P, \%$) при увеличении усилия.

В ходе выполнения работы были исследованы материалы различных марок как отечественных, так и зарубежных производителей. Из представленного ассортимента необходимо было выбрать материал, по своему составу, строению и физико-механическим показателям наилучшим образом удовлетворяющий поставленным требованиям. Он должен обладать достаточно высокими упругими свойствами, чтобы обеспечивать профилированное ложе под пятку, и поддержку сводов при максимальной нагрузке и в тоже время обладать оптимальным соотношением показателей упругости и пластичности, чтобы в пучках, после при формования к стопе держать исходную форму.

Вначале проводились одно цикловые испытания, где пробы материалов нагружались на 37,5; 57,5; 77,5; 97,5; 112,5 кг. При выборе величин мы исходили из того, что средняя масса тела человека составляет 75 кг.

Пробе сообщали требуемую нагрузку и определяли толщину при действии заданной нагрузки, затем разгружали пробу и определяли толщину материала после сжатия и отдыха. По полученным результатам вычисляли остаточную и полную деформацию, а затем рассчитывали упругость и пластичность. Твердость материалов определяли абсолютным методом.

При исследовании поведения материалов, применяемых для изготовления вкладных стелек, при многократном сжатии установлено, что наибольшее изменение модуля сжатия и других показателей материала происходит в первые 5 циклов нагружения, до 10 циклов показатели несколько меняются, а затем остаются практически неизменными. Некоторые виды материалов под воздействием много цикловых деформаций сжатия теряют свою форму («растопыиваются»). Чтобы определить, как поведет себя материал при многократной нагрузке, пробы нагружались по 5 и 10 циклов (при значениях нагрузки 37.5 и 112.5 кг). После проведенных испытаний определялась остаточная и полная деформации, и рассчитывались показатели упругости и пластичности. Полученные результаты при полуцикловых и много цикловых испытаниях для всех материалов сравнивались.

По результатам испытаний были построены графики изменения пластичности и упругости в зависимости от нагрузки, а также график, показывающий динамику изменения свойств материалов при увеличении нагрузки (Рис. 1–2). Показатели свойств материалов при сжатии представлены в таблице в приложении И.

После оценки полученных результатов был выбран образец материала под № 5 (эвапласт вид Б плотностью 0,35 г/см, твердостью 20–25 ед.). Этот материал обладает достаточно высокими упругими свойствами, чтобы обеспечивать профилированное ложе под пятку, и доля упругой деформации при увеличении нагрузки изменяется незна-

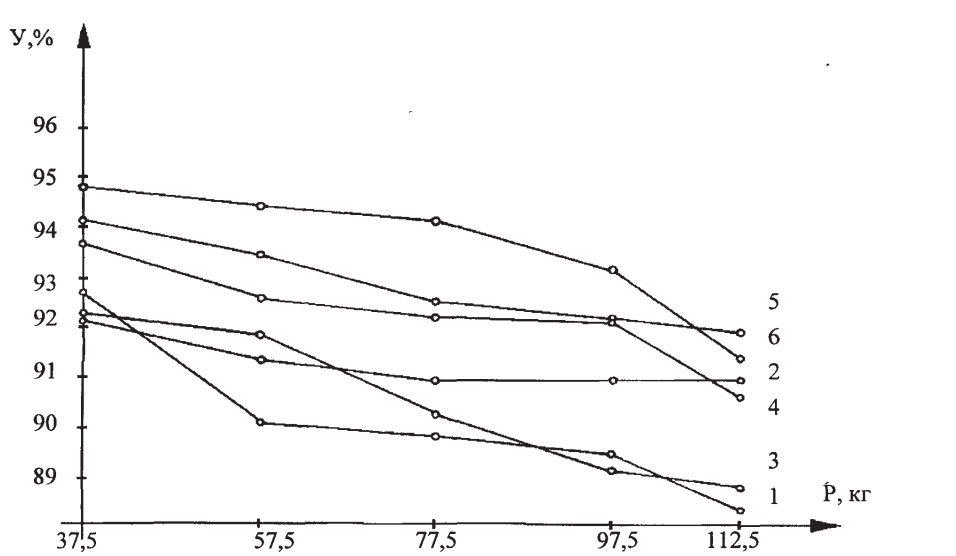


Рис. 1. График изменения упругости от нагрузки

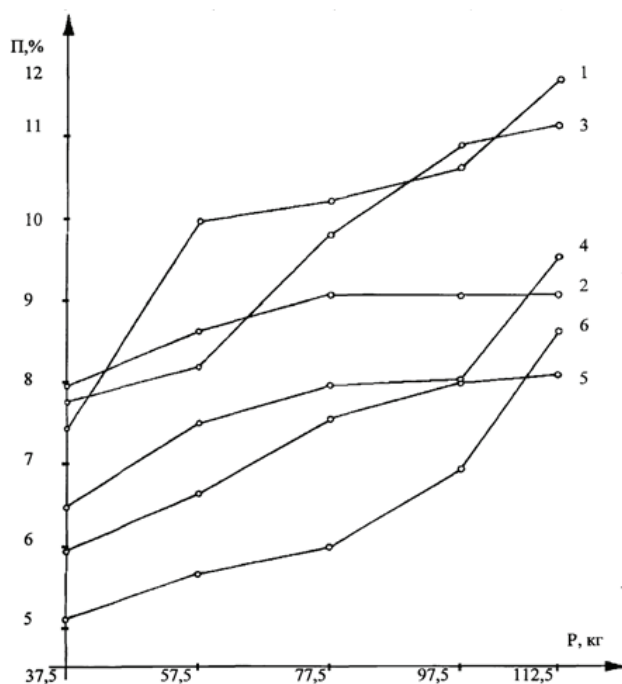


Рис. 2. График изменения пластичности от нагрузки

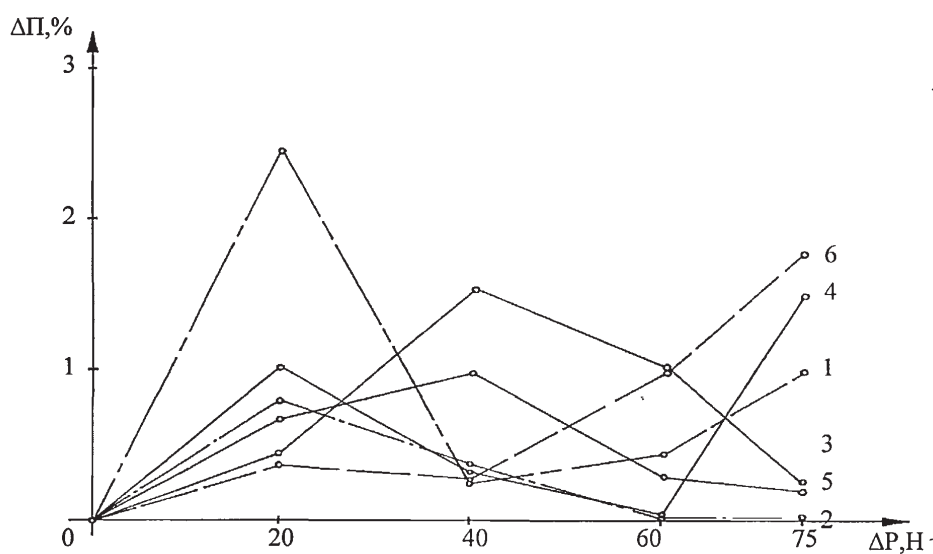


Рис. 3. Динамика изменения пластических свойств материалов при увеличении нагрузки

чительно по сравнению с другими материалами. То есть, представленный материал обладает наилучшей способностью сохранять размер и форму при деформировании и, следовательно, является наиболее пригодным материалом для изготовления стелечного узла и вкладной разгружающей стельки.

Выбор технологии изготовления стелечного узла.
Для выбранного материала были подобраны оптимальные режимы формования (температура нагрева материала, давление пресса, время разогрева материала в термоактиваторе). Полученные данные позволяют в процессе формования обеспечить формуемым изделиям требуемую форму и заданный комплекс свойств.

Литература:

1. Практикум по технологии изделий из кожи./ Под ред. проф. В.Л. Раяцкаса. — М., Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 279 с.
2. Мусаев, С. С., Узакова Л. П., Абдурахманова Ф. А. “Разработка рациональной конструкции профилактической обуви”. Монография: Ташкент “Турон zamin ziyo”, 2016. — 175 с.

Методика разработки проектирования колодки для детей с патологическими отклонениями стоп

Узакова Лайло Палвановна, кандидат педагогических наук, доцент;
Абдурахманова Фируза Абдуфармановна, старший преподаватель;
Мухаммедова Мадинабону Олимовна, ассистент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В данной статье приведена информация о методике разработки проектирования колодки для детей с патологическими отклонениями стоп.

Ключевые слова: плантограмма, гипсовые слепки, анатомический след, профилактический обувь, профилактическая колодка, вкладка

This article provides information on the development of design pads for children with pathologies of the feet.

В результате проведенных антропометрических исследований стоп школьников были определены параметры условных средних стоп, необходимые для построения колодок.

Из коллектива детей были отобраны дети, параметры стоп которых приближаются к средне-средним, рассчитанным для каждой из половозрастных групп. При выборе учитывались не только основные размерные параметры средне-средней стопы, но и анализировались плантограммы, с тем, чтобы отсеять детей с патологическими отклонениями и деформациями стоп. Для отобранной группы детей были получены слепки стоп, которые наряду с плантограммами и измеренными обхватными параметрами являлись исходной информацией при проектировании колодок. При разработке колодки для детской профилактической обуви в качестве исходной информации нами использовались гипсовые слепки стопы, полученные в положении опоры на мягкое основание при нулевой приподнятости пятки, поскольку высота приподнятости пятки в зависимости от половозрастной группы составляла от 14 до 19 мм (1/14Д в соответствии с рекомендациями М. И. Куслика).

При разработке колодок с анатомическим следом для детской профилактической обуви, на наш взгляд, будет справедлива методика проектирования колодки для низкокаблучной обуви, описанная выше. В тоже время необходимо учитывать особенности разработки колодок для детской профилактической обуви.

Построение развертки следа колодки производится по рассчитанной усредненной плантограмме для данной половозрастной группы.

Ширина следа профилактической колодки для школьников-мальчиков в середине пятки (сеч. 0,18Д) рассчитывалась по формуле: $Ш_{0,18}^{кол} = Ш_{0,н.пят} + Ш_{г.н.пят}$ а ширина следа в пучках (сечение 0,68/0,72Д) $Ш_{0,68}^{кол} = (Ш_{0,пуч.} + Ш_{г.пуч.})/2$. В нашем случае, при Д=225мм $Ш_{0,18}^{кол}$ составляла 50,1 мм, а $ш_{0,68}$ — 77,2 мм.

Как было установлено в главе 3, положение внутреннего пучка для школьников-мальчиков удалено от наи-

более выступающей точки пятки на 0,73Д, а наружного пучка — 0,65 Д.

При проектировании детских колодок, необходимо учитывать величину суммарного припуска. Величина суммарного припуска ($P_{сум}$) рассчитывалась по формуле:

$$P_{сум} = P_1 + P_2 + P_3,$$

где P_1 — минимальный функциональный припуск (0,045Д), мм; P_2 — декоративный припуск, определяемый фасоном колодки, мм; P_3 — припуск на полугодовой прирост стопы, задаваемый в колодках для детской обуви, мм. Припуск на полугодовой прирост стопы для школьников-мальчиков составляет 4,3 мм.

Кривая профиля следа строится по исходной кривой профиля следа стопы, полученного для случая опоры на мягкое основание.

Кривая следа колодки на фронтальной проекции в области наружного свода, пятки (сеч. 0,18Д) и пучковой части (сеч. 0,73Д) строится совпадающей с аналогичной кривой на контуре стопы.

В подсводной области в сечениях 0,3Д, 0,4Д и 0,5Д, с тем, чтобы задать необходимый зазор для обеспечения рессорной функции внутреннего продольного свода, кривая профиля следа колодки строится занимающей промежуточное положение между контурами фронтальной проекции и профиля следа стопы. Окончательная корректировка кривой профиля в подсводной области выполняется по результатам проектирования поперечно-вертикальных сечений с учетом экскурсии свода под нагрузкой.

В носочной части профиль следа строится по стандартной методике.

При построении поперечно-вертикальных сечений колодки их контур по наружному своду строится совпадающим с контуром стопы, а с внутренней стороны, в подсводной области — проходящим ниже исходной кривой на величину экскурсии свода.

С целью правильной установки стопы и способствования правильному формированию сводов след колодки для детской профилактической обуви в пяточной части (сеч. 0,18Д) имеет увеличенную стрелу прогиба, созда-

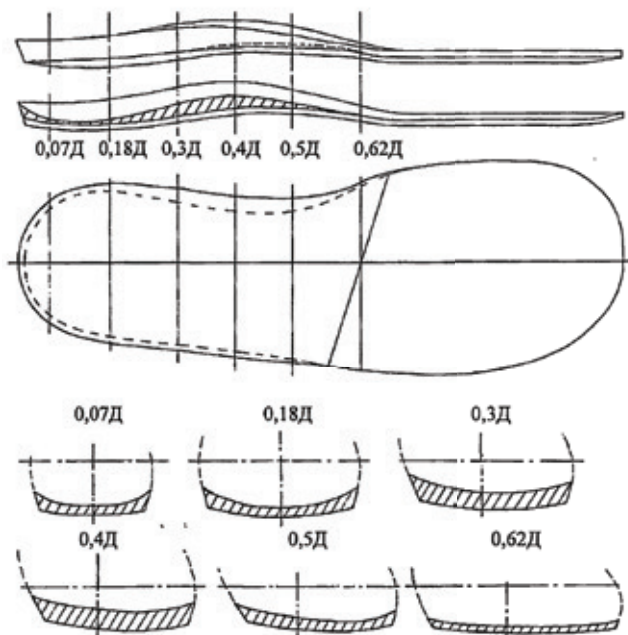


Рис. 1. Конструкция вкладной профилактической стельки для детей

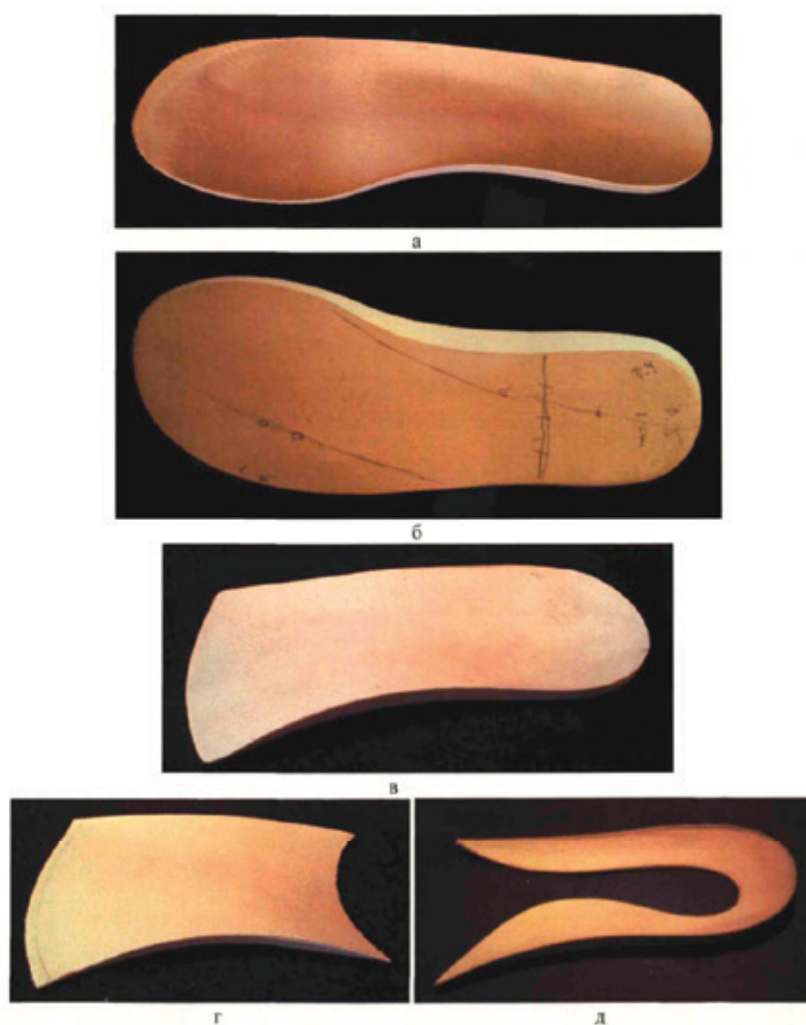


Рис. 2. Вкладные элементы для детской профилактической обуви (а, б — стелька; в-полустелька, г, д — выкладки сводов)

ющую в обуви углубление, способствующее правильной установке пятки, а в геленочной части задается равномерная выкладка как наружного, так и внутреннего сводов с наивысшей точкой в области пяточно-кубовидного сочленения (сеч. 0,36Д). Высота выкладки для школьников-мальчиков составляет 5–7 мм.

Для найденных параметров средне-средних стоп детей были разработаны образцы вкладных профилактических стелек (рис.1 а, б), предназначенные для использования в специальной профилактической обуви, изготовленной на колодках со стандартной формой следа, имеющей дополнительный припуск по следу на толщину вкладной стельки. Разработанные конструкции полустелек и вы-

кладок сводов могут использоваться как в профилактической обуви, так и в обычной детской обуви массового производства.

В пяточной части разработанных стелек под бугром пяточной кости предусмотрено углубление, способствующее ее правильной установке. Для разворота переднего края пяточной кости предусмотрена выкладка, как наружного, так и внутреннего сводов. Наивысшая точка выкладки находится в области пяточно-кубовидного сочленения в сечении 0,36Д и составляет от 5 до 7 мм. На рис.2. представлен один из предлагаемых вариантов конструкции вкладной профилактической стельки для детей.

Литература:

1. Конструирование изделий из кожи /Зыбин Ю. П., Ключникова В.М., Кочеткова Т.С., Фукин В.А., — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
2. Антропометрические и биомеханические основы конструирования изделий из кожи /Кочеткова Т.С., Ключникова В.М. — Легпромбытиздат, М, 1991.

Оценка эксплуатационной надежности шарошечных станков и долот с восстановлением

Харьковская Надежда Павловна, магистрант

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова

В статье представлена методика для восстановления шарошечных долот и лап долот, положен принцип замены изношенных элементов на новые. Технология восстановления включает операции отделения изношенной лапы (лап) от остальной части долота и приварки на ее место лапы не выработавшей свой ресурс.

Ключевые слова: шарошечные долота, технологический процесс, лапы долота, шарошки

Вопросам надежности станков шарошечного бурения как изделиям машиностроения уделяется большое внимание на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации.

В процессе проектирования буровых станков надежность рассчитывается, а при изготовлении может быть повышена путем совершенствования конструкции, применения износостойких и прочных материалов в более качественного изготовления узлов и деталей. При эксплуатации надежность может быть обеспечена за счет выбора рациональных режимов работы бурового оборудования, совершенствования организации ремонтно-профилактического обслуживания или даже повышена за счет модернизации недостаточно долговечных узлов и деталей.

В настоящее время уровень развития техники позволяет добиваться высокой степени надежности бурового оборудования. Но он может быть целесообразным только при условии, если оправдывается экономически. В связи с этим возникает необходимость в экономической оценке эффективности мероприятий, направленных на повы-

шение и обеспечение надежности станков шарошечного бурения при их производстве и эксплуатации.

Вопросы установления повышения надежности машин решают инженерные кадры, в связи с чем изучение научных основ надежности должно стать неотъемлемой частью учебного процесса.

О роли проблемы надежности машин и оборудования свидетельствует и то, что все ведущие горные и другие предприятия имеют в своей структуре отделы и службы надежности.

Наука о надежности изучает закономерности изменения показателей работоспособности изделий с течением времени, а также физическую природу отказов и на этом основании разрабатывает методы, обеспечивающие наименьшие затраты времени и средства для достижения необходимой долговечности и безотказности работы машин.

Таким образом, эта наука на основании прогноза поведения машин разрабатывает теорию принятия оптимальных решений для получения требуемого уровня надежности.

Станки шарошечного бурения в процессе эксплуатации нельзя изолировать от влияния среды, в которой они работают, от влияния процессов, которые протекают в узлах и деталях при осуществлении рабочих функций, от действия остаточных явлений как следствие технологических процессов, применяющихся при изготовлении машин. Все виды энергии (механическая, тепловая, электромагнитная и др.) воздействуют на машину и вызывают в ней необратимые и обратимые процессы, снижающие ее начальные характеристики. В то же время опыт и квалификация рабочих обслуживающей и ремонтной бригад существенно отражаются на показателях работы и долговечности станков шарошечного бурения.

Все вышеперечисленные факторы оказывают влияние на выполнение заданных функций с параметрами, установленными требованиями технической документации для станков шарошечного бурения.

Успешное освоение буровой техники и высокий уровень показателей надежности является важнейшим резервом повышения эффективности и качества работы станков шарошечного бурения, эксплуатирующихся в пределах технических возможностей, заложенных в их конструкции.

Оценка уровня эксплуатационной надежности станков шарошечного бурения, выявление наименее надежных узлов и деталей, а также вскрытие причин отказов являются важными факторами повышения надежности машин как в период совершенствования отдельных конструкций, так и изготовления нового оборудования.

Станки шарошечного бурения СБШ — 250МН [1, с. 14] предназначены для бурения скважин диаметром 215 и 245 мм. Станки типа СБШ находят применение при

обурировании руд на железорудных и медно-колчеданных и других месторождениях обрабатываемых открытым способом. Станок состоит из гусеничного хода и машинного отделения со смонтированной на нём кабиной машиниста и мачтой

Рабочим инструментом буровых станков СБШ-250 МН является шарошечное долото. Шарошечные долота представляют собой наиболее универсальный породоразрушающий буровой инструмент, поскольку область его применения охватывает практически все многообразие горных пород: от очень мягких до весьма твердых.

Шарошечное долото предназначено для бурения скважин сплошным забоем в породах и рудах различной твердости и трещиноватости, для бурения взрывных скважин в горных породах при очистке забоя сжатым воздухом или воздушно-водяной смесью. Долото применяется в горнодобывающей промышленности и строительстве.

Шарошечное долото представляет собой неразборную конструкцию, состоящую из сваренных между собой трех секций, на цапфах которых смонтированы свободно вращающиеся на опорах шарошки. Опоры шарошек представляют подшипники качения с телами качения ролик-шарик-ролик и скольжения.

Шарошка крепится на лапе долота с помощью подшипника, потому может вращаться. Один шариковый подшипник является замковым, для того чтобы надёжно закрепить шарошку на лапе долота и не допускать её продольных перемещений (шарошки должны только вращаться). Долото (любое) на забое скважины вращается по часовой стрелке. А шарошки осуществляют вращение против часовой стрелки. Комбинация этих движений и даёт дробяще-скальвающий эффект.

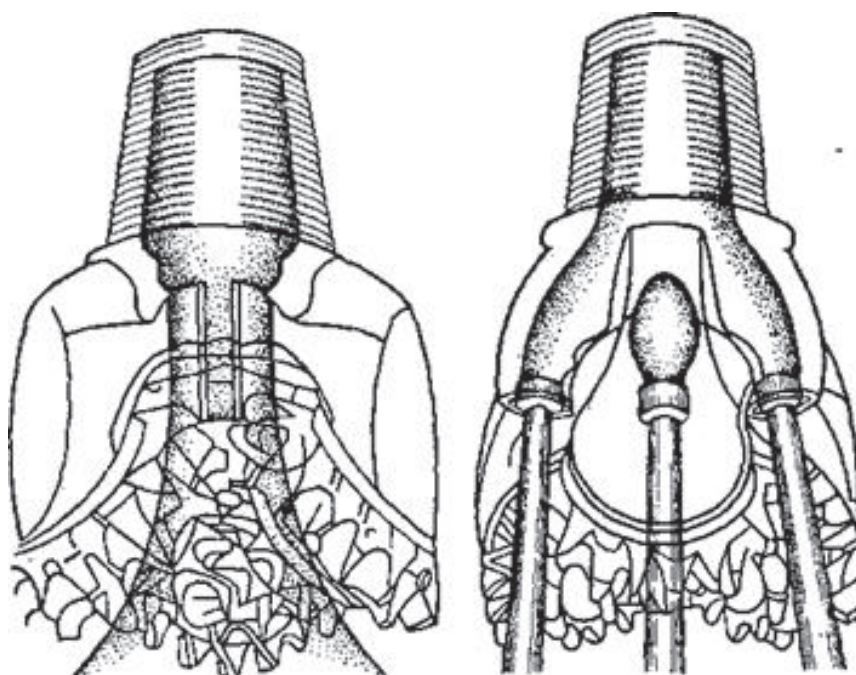


Рис. 1. Трёхшарошечное долото

Методика исследование надежности станков шарошечного бурения в условиях эксплуатации

Исследование надежности станков шарошечного бурения в условиях эксплуатации проводятся под наблюдением специального и обслуживающего персонала и получило название метода подконтрольной эксплуатации.

Натурные наблюдения за работой станков шарошечного бурения, проводимые методом подконтрольной эксплуатации, соответствуют ГОСТ 175–10–72 [2, с.10].

Для сбора данных об эксплуатационной надежности станков шарошечного бурения приказом начальника карьера, управляющего рудником организуются постоянно действующие наблюдательные пункты и назначаются ответственные лица, которые проводят наблюдения за работой всех или подконтрольных станков, бурового участка [3, с. 9; 4, с. 36].

При двух- или трехсменном режиме работы оборудования бурового участка обеспечение наблюдательных пунктов исследователями (рабочими) представляет значительные организационные и экономические трудности. Поэтому при использовании метода подконтрольной эксплуатации ежедневные наблюдения за работой каждого инвентарного бурового станка выполняются: машинистом и помощником машиниста, сменными мастерами, электромеханиками бурового участка. Результаты наблюдений находят отражение в виде записей в бортовых журналах станков (заполняются машинистом), сменном рапорте бурового участка заполняется сменным мастером), журнале учета аварийных и плановых ремонтов (заполняется электромеханиками бурового участка и механиком по планово-предупредительным ремонтам).

Информация учетных документов содержит следующие сведения: место работы и горно-геологические условия эксплуатации; параметры буровзрывных работ; тип и марку бурового инструмента; объем выполненной работы; использование бурового станка во времени; машиночасы оперативного времени и часы простоя по различным причинам; периодичность, содержание, объем, трудоемкость и стоимость плановых ремонтов и технических обслуживаний; время возникновения, продолжительность, трудоемкость и стоимость непланового ремонта (отказа); характер износа, разрушения и причину, вызвавшую их появление.

Для получения наиболее достоверной информации с учетом воздействия всех факторов на эксплуатационную надежность станков шарошечного бурения данные сопоставляются из различных источников по многим каналам:

- а) данные действующих наблюдательных пунктов;
- б) бортовые журналы;
- в) ежемесячные рапорты бурового участка;
- г) журнал учета работы бригад электрослесарей по ремонту буровых станков;
- д) ведомости дефектов на плановые ремонты;
- е) акты расследования аварий;
- ж) данные диспетчерской службы;

з) данные месячных и годовых отчетов технического, планового отделов и отдела главного механика карьера, рудника;

и) данные бухгалтерского учета;

к) данные по наличию и расходу запасных частей, на складе рудника, карьера.

Буровые шарошечные станки можно представить в виде отдельных видов оборудования и узлов, выполняющих определенные функции в процессе эксплуатации. Каждый вид оборудования и узел станка состоит из кол-во типов деталей. К основным видам оборудования электро-механической системы станков шарошечного бурения можно отнести:

- 1) ходовое оборудование;
- 2) механизм подачи;
- 3) механизм вращения;
- 4) механизм свинчивания и развинчивания;
- 5) сепараторное устройство;
- 6) гидро- и водяная система (гидрооборудование);
- 7) буровой став;
- 8) пневмосистема и система пылеподавления;
- 9) электрооборудование;
- 10) металлоконструкции.

Операции бурения скважин последовательно чередуются с выполнением вспомогательных операций и не могут быть совмещены по времени. При этом различные виды оборудования бурового станка, выполняя присущие ему основные и вспомогательные операции, находятся различные периоды времени в работе. С целью установления времени работы отдельных видов оборудования при выполнении наблюдений необходимо использовать регистрирующие приборы: самопишущий амперметр и ваттметр.

Приборы устанавливаются в трансформаторной подстанции, питающей буровой станок, и подключаются к питающей сети через трансформатор.

Расшифровка записи на диаграммной бумажной ленте позволяет определить время непосредственного бурения, время работы отдельных видов оборудования, причины и длительность простоев, а также затраты времени на механизированные, автоматизированные и ручные операции.

Данные натурных наблюдений фиксируются в журналах являющихся основой расчета показателей надежности.

Данные, записанные в карту статистической сводки позволяют выполнить исследование эксплуатационной надежности:

- а) по станку в целом;
- б) по отдельным видам оборудования;
- в) по отдельным узлам;
- д) по отдельным деталям.

Аналогичным образом предварительно обрабатываются и данные хронометражных наблюдений. Эта часть работы является самой трудоемкой и должна выполняться в строгом соответствии с принятой методикой.

Для того, чтобы воспользоваться результатами проведенного эксперимента (исследования) и делать на основании его какие-то обобщения и выводы, требуется предварительно произвести статистическую обработку всех материалов эксперимента. Статистическая обработка эмпирических данных сводится к следующему:

- вычислению определенных характеристик исследуемого параметра;
- определению теоретических значений характеристик по экспериментальным данным;
- сравнению по определенным критериям экспериментальных значений характеристик с заданными теоретическими;
- выравниванию эмпирического распределения по одному или последовательно по нескольким принятым или заданным теоретическим;
- сравнению эмпирических и теоретических функций по одному из критериев согласия;
- установлению функции, дающей наилучшее согласие;
- расчету количественных показателей.

При обработке результатов наблюдений могут выявиться отдельные значения случайной величины, которые заметно отличаются по величине и выходят за пределы выбранной закономерности. Если известно, что этот результат получен из-за грубой ошибки, то его необходимо отбросить, не подвергая никаким статистическим оценкам.

Исследование эксплуатационной надежности станков шарошечного бурения в зависимости от условий работы буровых машин представляет проблему, над которой работает ряд проектно-конструкторских и научно-исследовательских организаций. Однако, учитывая большое разнообразие условий эксплуатации и типов конструкций буровых станков, эта проблема не теряет своей актуальности.

Восстановление шарошечного долота

Технико-экономические показатели работы шарошечных станков в значительной степени зависят от характеристики применяемого бурового инструмента, которая определяется тремя основными показателями: стоимостью инструмента, его стойкостью и эффективностью действия.

Повышение экономической эффективности буровых работ может быть достигнуто за счет увеличения стойкости шарошечных долот. Одним из существенных факторов, влияющих на стойкость долота, является количество воздуха, подаваемое на очистку забоя скважины.

На открытых горных работах более 85% всех объемов буровых работ выполняется с применением шарошечных долот. На большинстве карьеров черной и цветной металлургии, представленных в основном крепкими породами, скважины бурят почти исключительно долотами диаметром 244,5–269,9 мм, имеющими значительную стоимость. Ежегодные затраты на буровые работы на ка-

рьерах в ближайшие годы могут достигнуть 30 млрд. рублей, из которых 60–65% и более составят затраты на буровой инструмент.

Большие расходы на шарошечные долота обусловлены высокой стоимостью долот, являющихся достаточно сложными механизмами, конструктивные и ресурсные параметры которых при эксплуатации в полной мере не реализуются.

Применяемые для изготовления бурового инструмента материалы весьма дорогостоящие, поэтому возникает целесообразность переработки изношенных буровых долот с целью повторного использования высококачественных сталей и отходов металлокерамического твердого сплава. В связи с этим остро стоит вопрос разработки методов повторного применения долот и их утилизации.

Технология восстановления работоспособности шарошечного долота с шарошками конусного типа основывается на замене изношенных элементов инструмента элементами, пригодными к эксплуатации.

Восстановлению подлежат как однотипные шарошечные долота, так и разных типов. В случае однотипных долот в процессе восстановления возможно использование элементов долот, не выработавших свой ресурс. Во втором случае износившиеся детали должны заменяться новыми или восстанавливаться.

Технологический процесс восстановления геометрических размеров долот включают операции:

- отбор долот, пригодных к восстановлению;
- промывку в керосине;
- разрезание долота на секции;
- вскрытие замкового пальца;
- удаление замкового подшипника;
- реставрация подшипникового узла;
- сборка шарошек на цапфах;
- установка замкового подшипника, пальца;
- заваривание замкового пальца;
- сборка долота
- сваривание лап долота;
- смазка долота;
- апробация долота в цеховых условиях.

Поскольку 80% шарошечных долот преждевременно выходят из строя из — за износа опор. Это означает, что все они потенциально могут подлежать восстановлению.

При отборе долот выбираются те долота, которые не могут использоваться по прямому назначению из — за износа подшипникового узла или заклинивания шарошки на цапфе.

Промывка долот осуществляется в керосиновой ванне с помощью щеток и тряпок. Для разрезания долота на секции может использоваться шлифовальная машина (болгарка) или стационарное устройство с рабочим инструментом в виде отрезного вулканического круга. В принципе возможно, для механизации этой вибрации использовать фрезерный станок.

Вскрытие замкового пальца заключается в удалении с поверхности лапы наваренного на торец пальца

слоя металла. Эта операция механизмуется шлифовальной машиной или сверлением. Модель сверлильного станка должна позволить закреплять сверло диаметром 35–40 мм. После вскрытия замкового пальца он удаляется путем потрясывания шарошечного долота, легким

потрясыванием по лапе. Так же удаляются шарошки замкового подшипника. Затем производят тщательную дефектацию тел качения и беговых дорожек в шарошках и на цапфах, отбирая пригодные к дальнейшей эксплуатации элементы подшипникового узла.



Рис. 2. Составные части шарошечного долота

Шарошки собирают на цапфах лап устанавливают и заваривают замковые пальцы. Из секции собирают реставрационные долота. В качестве шаблона при сборке долота используют отрезок буровой трубы, во внутреннюю резьбу которой вставляют ниппель долота. Секции лап сваривают между собой в цельный корпус электродами. Погружая долото в ванну с проточной водой для охлаждения. Собранные на опорах шарошки должны свободно вращаться от усилия руки без заедания. После сборки шарошечное долото смазывают, погружая его в ванну с разогретой до жидкого состояния пластичной смазкой.

Около 20% долот выходит из строя по причине износа его корпусной части (лап, ниппеля).

В основу технологического процесса восстановления лап долот положен также принцип замены изношенных элементов на новые. Технология восстановления включает операции отделения изношенной лапы (лап) от

остальной части долота и приварки на ее место лапы не выработавшей свой ресурс.

Оригинальное шарошечное долото воспринимает большие усилия и крутящие моменты. С точки зрения прочности и деформирования лап долот, на которых укреплены шарошки, представленной собой интерес короткие балки переломленного поперечного сечения, воспринимающие сжимающие усилия, изгибающие и крутящие моменты, при этом их несущая способность обеспечивается большой площадью поперечного сечения лап. При переходе конструктивному варианту с приваренными лапами вытекает вопрос о несущей способности сварного шва: т.к. вся нагрузка, передававшиеся ранее через все сечения лапы, теперь передается только через сварной шов.

Для оценки несущей способности сварного шва разработана объемная конечно — элементная модель долота. Модель состоит из трех групп конечных элементов (показаны не в масштабе); тело долота, лапы и сварной шов.

Сварной шов смоделирован слоем конечных элементов таким образом, что они отображают деформирование шва с шириной и глубиной провара 5 мм. Лапа присоединена к телу долота посредством шва и вся нагрузка, воспринимаемая лапой, передается на тело долота через сварной шов.

Со стороны, воспринимающей нагрузку лапы шарошки, преобладающие напряжения достигают 120–200 мПа, достигая в зоне сварного шва 320 мПа. Непосредственно в сварном шве (вид в) напряжения принимаются в широком диапазоне от –50 до 400 мПа и выше (серые участки), при этом велики градиенты напряжений. Такой уровень нагруженности является недопустимым.

Литература:

1. Подэрни, Р. Ю. Горные машины и комплексы открытых горных работ. М., 2001
2. ГОСТ 175–10–72. Надежность изделий машиностроения. М., 1972
3. ГОСТ 13377–67. Надежность в технике: Термины. М., 1968
4. Стороженко, А. М., Олизаренко В. В. Эксплуатационная надежность станков шарошечного бурения. Учебное пособие. Свердловск, изд. УПИ им. С. М. Кирова, 1972

Экспертная оценка возможности и частоты возникновения ситуации восприятия всей нагрузки одной шарошки вряд ли реальна. Поэтому с учетом динамики работы шарошечного долота такой шов не может быть рекомендован к практическому применению с точки зрения несущей способности.

Для восстановления шарошечных долот представлена методика по восстановлению лап долот, положен принцип замены изношенных элементов на новые. Технология восстановления включает операции отделения изношенной лапы (лап) от остальной части долота и приварки на ее место лапы не выработавшей свой ресурс.

Применение мультимедийных средств в процессе обучения

Шодырова Бакытжан Хозедиясовна, старший преподаватель;
Авилова Елена Константиновна, старший преподаватель
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

В статье рассматривается значение современных информационных и мультимедийных технологий в процессе обучения. На примере созданного автором мультимедийного электронного учебника по дисциплине «Программно-аппаратная защита информации» с разграниченным доступом для пользователей сделан вывод, что успешность процесса обучения, эффективность использования в нем различных методов и форм обучения в значительной степени зависят от удачного выбора средств обучения. При использовании электронных учебных пособий происходит не только репродуктивная деятельность обучающихся, но и абстрактно-логическая, что способствует лучшему осознанию и усвоению представленного материала.

Средство обучения — совокупность предметов, идей, явлений и способов действий, обеспечивающих реализацию учебно-воспитательного процесса. В результате соединения информационных и коммуникационных технологий создается новая среда знаний. Значение современных информационных и мультимедийных технологий в их универсальности и многофункциональности. [3]

С использованием последних достижений науки и техники подготовка технического специалиста — это одно из приоритетных направлений высшего профессионального технического образования. На данный момент в обучении одной из наиболее важных и устойчивых тенденций развития мирового образовательного процесса — это применение современных информационных технологий. Необходимость удовлетворения обозначенных потребностей в условиях неуклонно растущей информатизации учебного процесса требует от вузовского преподавателя знаний и умений в области применения новейших педаго-

гических технологий, владения прогрессивными методами и средствами современной науки. Поэтому необходимо овладевать современными информационными технологиями в качестве перспективного и своевременного направления повышения эффективности процесса обучения в высшей школе. [1]

Мультимедийность создает положительные моменты, способствующие восприятию и запоминанию материала с включением интуитивных реакций студента: подведение итогов или выдача задания могут в каждой лекции курса предваряться каким-либо звуком или мелодией, настраивающей студента на определенный вид работы. Это обеспечивается заранее в процессе подготовки курса и не требует сосредоточения внимания преподавателя. Мощное средство обучения — интерактивные мультимедийные учебники, которые делают процесс нашего обучения более эффективным, индивидуализированным. Материал в таком учебнике подается с учетом особен-

ностей человеческого воспроизведения и памяти. Одновременное представление информации в аудиальной и визуальной формах, с использованием всего богатства средств, представляемых компьютером, позволяет облегчить запоминание материала студентом. Интерактивность, то есть возможность для студента самому управлять скоростью и подробностью обучения, а наличие контрольных блоков, позволяет проверить, насколько студент усвоил информацию и в случае необходимости — провести работу над ошибками и на основании вышеизложенного позволяет использовать этот учебник для самостоятельного обучения.

С этой целью был разработан электронный учебник по дисциплине “Программно-аппаратная защита информации” с разграниченным доступом для пользователей, то есть отдельное окно для преподавателя и для студентов. Преподаватель имеет свой уникальный логин и пароль необходимый ему при входе, без какой-либо предварительной регистрации, так как эти данные хранятся в системном файле `config`, где далее будут храниться данные тех студентов, которые зарегистрировались и имеют доступ.

Первое диалоговое окно; которое будет встречать любого пользователя, независимо от его статуса, это окно входа:

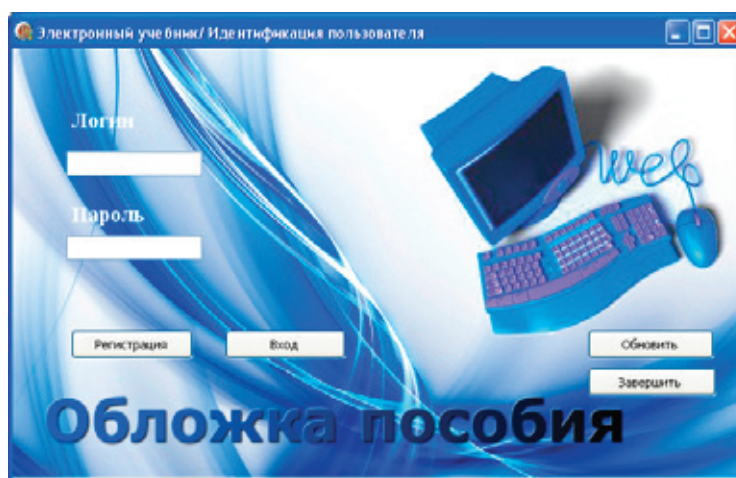


Рис. 1. Первое диалоговое окно

Где преподаватель или уже зарегистрированный пользователь могут войти в систему электронного учебника и начать пользования данным приложением. А не зарегистрированные пользователи, введя свой логин и пароль

должны пройти регистрацию. Далее открывается окно регистрации:

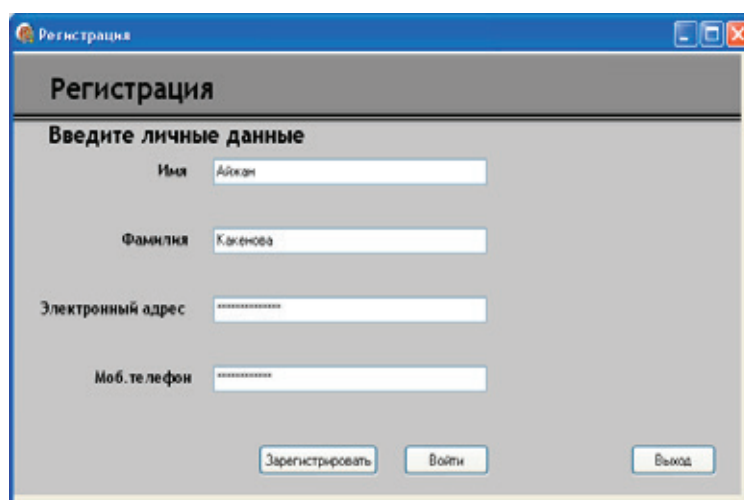


Рис. 2. Окно регистрации

Окно преподавателя и окно студента различны, так как окно первого предусматривает наличие дополнительной функции, функции контрольных вопросов/ответов, где

находятся список тестов, вопросы и правильные варианты ответа.

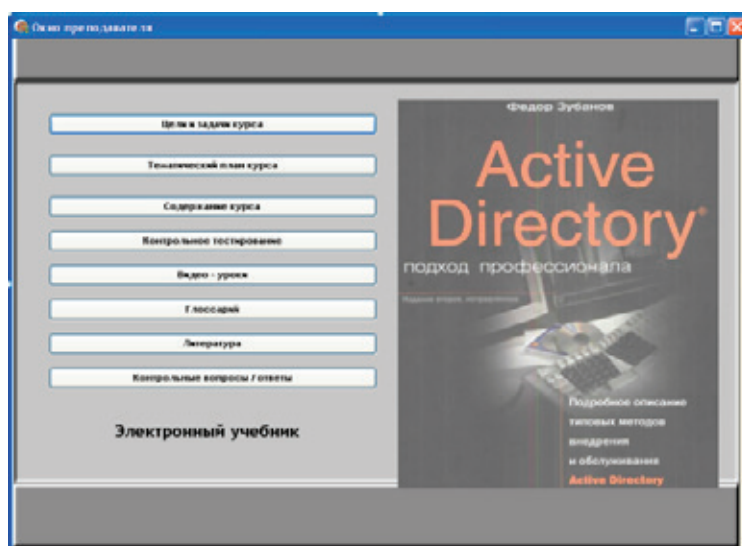


Рис. 3. Окно преподавателя

В то время как данная функция не доступна для зарегистрированных студентов, во избежание дальнейших проблем.



Рис. 4. Окно студента

В главном окне электронного учебника можно пройти, как показано на вышеуказанном рисунке, по следующим категориям: *первое цели и задачи курса*, где можно ознакомиться с приветствием автора и с целью и задачей курса.

Второе, это тематический план курса, представленный на двух языках, на русском и английском языках:

Третья функция содержит весь курс, то есть представляет содержание всего курса, который включает заголовки и подзаголовки тем, начиная с установка Active Directory, заканчивая поиском и устранением проблем.

Четвертым представлено тестирование для студентов по тематике всего курса с четырьмя вариантами ответов.

Данная функция позволяет оценить усвоенный материал и закрепить новую информацию.

Пятым доступны видео-уроки по 10 тематикам курса. Данный курс позволяет более глубоко усвоить навыки полученные в ходе освоения теоретической информации и практически закрепить весь освоенный материал.

Шестым доступен глоссарий учебника на двух языках, русском и английском, который включает определение терминов от А до Я использованных в теоретическом материале курса.

Седьмым представлены контрольные тесты и правильные ответы, которые доступны только для преподавателей.

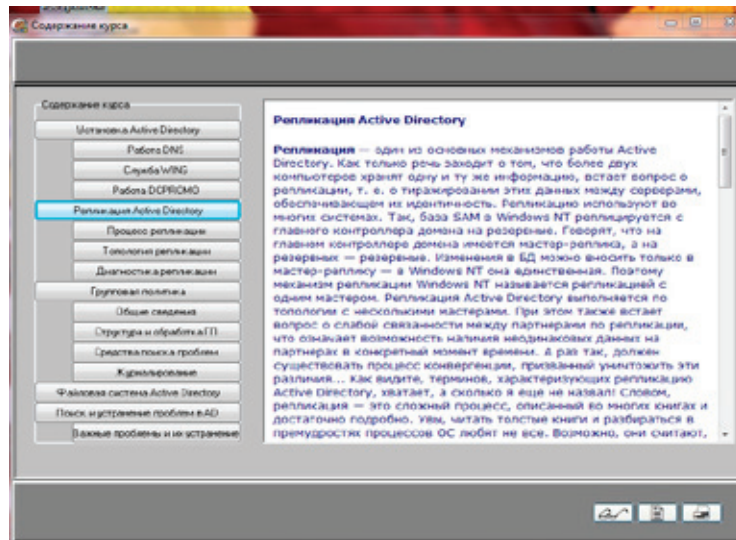


Рис. 5. Содержание курса

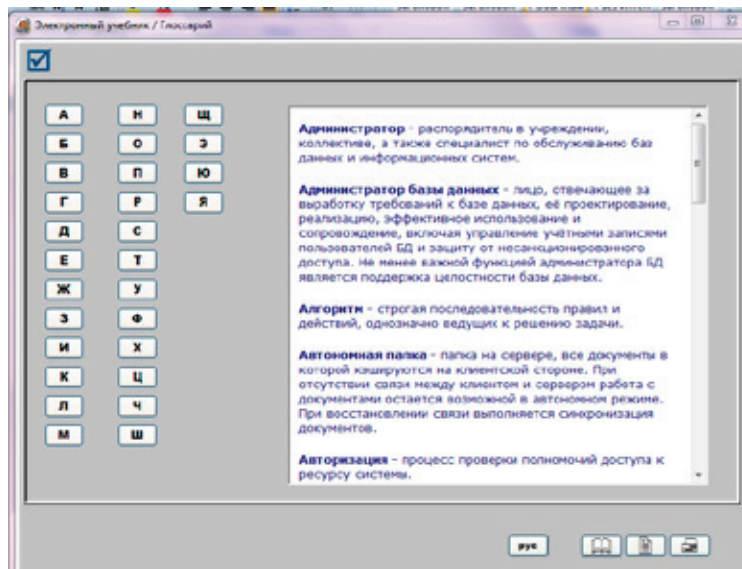


Рис. 6. Глоссарий

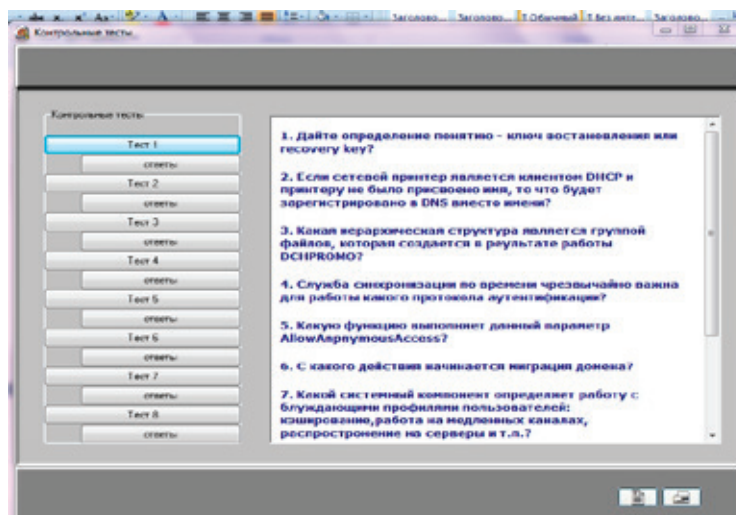


Рис. 7. Окно тестирования

Каждое диалоговое окно со своей основной функцией выполняет дополнительно несколько действий, таких как: смена языка, переход на главную страницу, печать данной страницы, переход в список использованной литературы (значок открытой книги) и переход в глоссарий (значок очки).

Очевидно, что электронные учебные пособия и любые другие средства являются альтернативой деятельности обучающего, предполагают своеобразные формы подачи материала, выполнения упражнений и контроля знаний. Это один из способов подачи материала совместно с традиционными учебниками, к сожалению, без живого общения обучающего и обучающегося. Однако, вместе с тем, это не просто автоматизация деятельности обучающего и освобождение его от рутинного труда, а поиск и реализация тех форм и методов применения компьютеров, когда он становится партнером обучающего в достижении учебных целей. [2]

Умение учиться всегда было наиболее важным качеством. Электронный учебник дает возможность ка-

ждому работать в своем темпе. Никто не торопит, не подгоняет. Для одного этот процесс протекает быстро, а с применением электронного учебного пособия, еще быстрее, при этом задаваемый преподавателем темп зачастую сдерживает его возможности. Для некоторых процесс освоения знаний идет медленнее, чем с преподавателем, при обучении приходится полагаться только на себя. В результате соединения информационных и коммуникационных технологий создается новая среда знаний. [4]

Значение современных информационных и мультимедийных технологий в их универсальности и многофункциональности. Но при всех своих больших возможностях эти технологии предоставляют собой только средства, потенциально позволяющие сделать более эффективной деятельность обучающего. В том, как раскрыть этот потенциал для образовательного процесса, и состоит главная многоплановая проблема совершенствования образования на базе информационных технологий.

Литература:

1. Захарова, И. Г. Информационные технологии в образовании: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. — 3-е изд., — М.: «Академия», 2007. — 192 с.
2. Красильников, И. В. Информационные аспекты разработки и применения в вузе электронных учебных пособий. Монография. М.: «РХТУ», 2007. — 114 с.
3. Даненова, Г. Г., Сейдыгалымов С. С. Информационные технологии управления учебным процессом // Международный журнал экспериментального образования, № 4 (часть 2), 2015.
4. Коккоз, М. М., Жумабай А. Р. Методика построения информационно-аналитических систем // «Молодой ученый» № 4 (часть 1), 2016.

Studying amplitude-frequency characteristics of complementary emitter follower three structural injection-voltaic transistor

Shoyusupova Hilola Husnitdinovna, Senior teacher
Tashkent University of Information Technologies

In this article shows the results of an experimental study of the amplitude-frequency characteristics of the complementary emitter follower on three structural injection-voltaic transistors.

Keywords: *amplifier, the complementary emitter followers, the three-structural injection-voltaic transistor, current-voltage characteristic, amplitude-frequency characteristic*

Introduction

In the final stages of power amplifiers low frequency complementary emitter follower (CEF) in the high-power bipolar transistors operating in push-pull mode class «AB» commonly used. The main disadvantage of complementary emitter follower is the instability mode due to an increase in temperature or supply voltage values.

The main disadvantage of the complementary emitter follower [1], in the working mode «AB» is the instability

mode with an increase in temperature or voltage value at which a wholly negative current feedback inherent to the emitter follower through a load resistor is lost due to the fact that said external destabilizing factors equivalents action-phase signals. To reduce the influence of temperature and other destabilizing factors introduce additional local negative feedback using two resistors connected between the emitters of transistors [1]. But this method is not sufficiently effective and reduces the power given to the load.

Main part

In [2,3] a complementary emitter follower is highly resistant to the action of destabilizing factors, where in the output transistors used injection voltaic transistors (IVT).

The main disadvantage of the complementary emitter follower on IVT is to use transistors made of semiconductor materials with different band gaps, resulting in low workability integrally. In addition, IVT has a small range of steady work in the field of secondary breakdown [2, 3].

In order to ensure manufacturability of the complementary emitter follower integrally as output transistors should be used three-structural injection-voltaic transistor (TIVT) [4] performed on a homogeneous material. TIVT have also extended the range of stable operation in the field of secondary breakdown and an extended range of temperature stability compared to the IVT.

In the work [5] proposed an efficient CEF at TIVT, which has an extended range of stable operation at higher temperature and increase of voltage power supply (Figure 1).

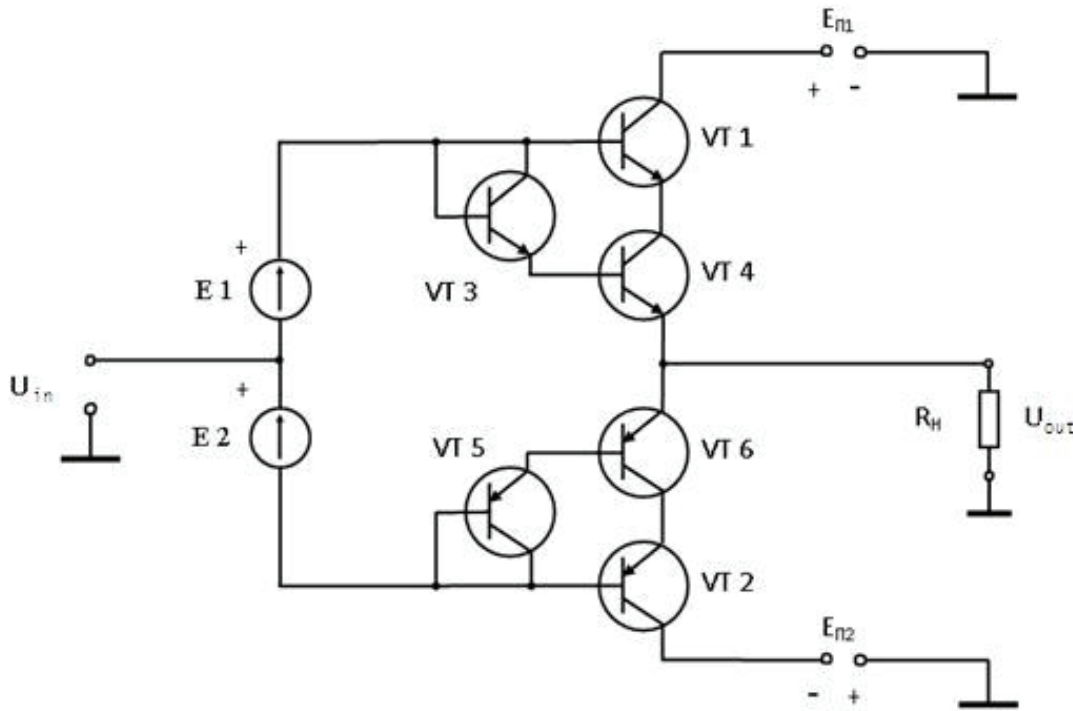


Figure 1. Scheme of the complementary emitter follower to TIVT

To implement the test CEF at TIVT (Figure 1) were used commercially available heterogeneous silicon-based transistors KT-315G (VT1, VT3, VT4) with the structure of n-p-n and KT-361G (VT2, VT5, VT6) the structure of the p-n-p.

The proposed CEF at TIVT works as follows.

Consider the work of TIVT upper arm CEF. Transistor VT1 in the management of the input voltage U_{be} is in the emitter current control value to set the collector current of transistor I_{K4} VT4. It works in voltaic injection mode, in which the collector current in the voltage range $U_{crit} \div U_{boun}$ not dependent or weakly dependent on the voltage U_{CB4} (see figure 2, area I characteristics of 1).

VT4 collector potential is always lower than the base potential of transistors VT1 and VT2 on the value of the forward voltage of the emitter-base VT1. Therefore, the intersection of the transistors VT1 and VT4 for any values U_{CB} and U_{EB} , by shifting $U_{EB3} = U_{CE3}$ will be located on the horizontal section of the injection voltaic mode (Figure 2), transistors VT3 and VT4 play the role of an ideal generator of stable current feeding emitter transistor VT1.

Results of experimental studies [5] proposed and known CEF has been proven that if you change the values of the external power supply (when $E_{p1} = E_{p2}$) from 5 V to 50 V (for $ISK = Ik1 = Ik2 = 1$ mA) dissipated at the collector of the upper transistor TIVT power ($P_{c\ real} = 450$ mW) is 3 times greater than the maximum power value in the passport ($P_{c\ pass} = 150$ mW) of the single transistors.

To investigate the amplitude and frequency characteristics of the CEF to TIVT as a power source has been selected dual supply voltage of 20 V and a resistive load $R_l = 62$ Ohm.

Figure 3 shows the combined transfer function study CEF TIVT in the «B». In study TIVT on CEF, as in known schemes, near zero input voltage current in open TIVT is very small, and internal resistance is big. As a result, increase of the load voltage in this region is smaller than the change in input voltage. This is the cause of the fracture characteristics near zero. Arising from this output voltage distortion is called transient distortion [1]. To eliminate the transient distortion as known, through the transistors pass small quiescent current, i.e., goes to the operating mode «AB».

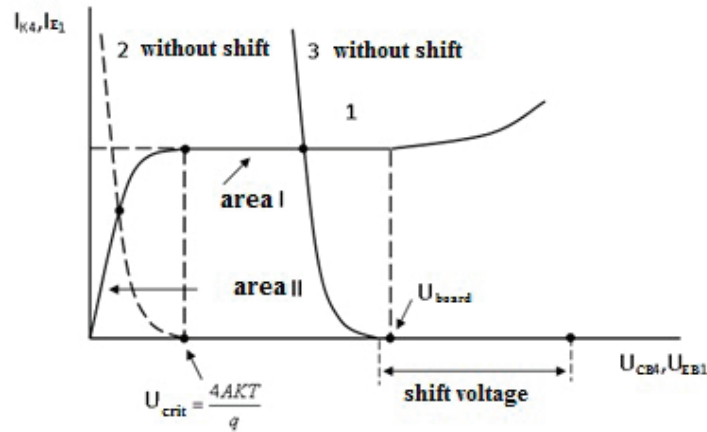


Figure 2. Graph of CVC of transistors TIVT explains the principles of stabilization currents of transistors CEF at TIVT

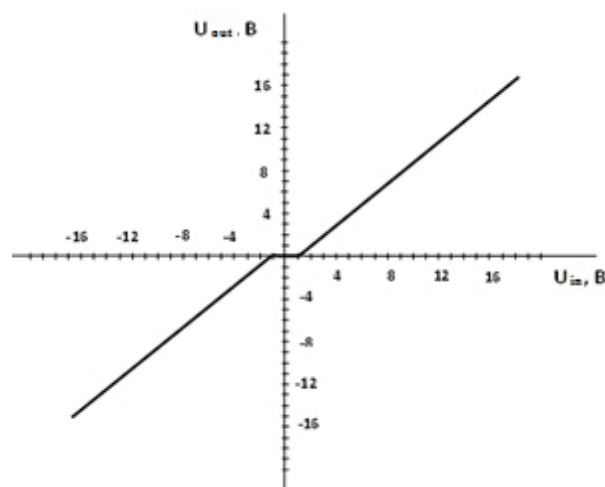


Figure 3. Combined transfer characteristic CEF at TIVT in the mode «B»

In the studied scheme of the CEF to switch to the operating mode «AB» quiescent current of transistors selected as 1mA, which is set with sources of bias E1 and E2.

In figure 4 shown the amplitude response of the CEF to TIVT, when current is 1mA quiescent transistor and fed to the input of the CEF at TIVT harmonic signal with a fre-

quency of 1 kHz. Amplitude characteristic of the investigated schemes is lined enough for practical use, and has the same bending characteristics at high input voltages, as in the scheme known CEF bipolar transistors. This also explains the non-linearity of the current-voltage characteristics of injection voltaic transistors.

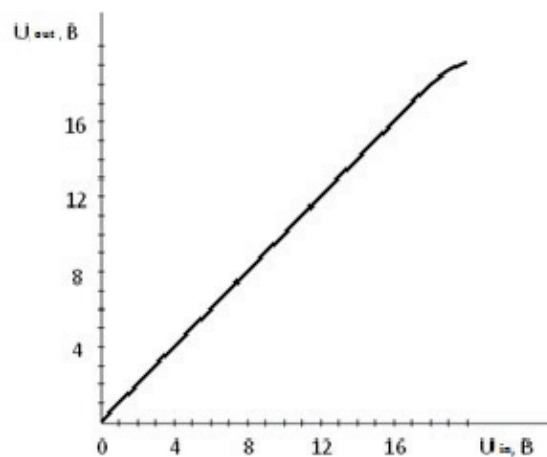


Figure 4. The amplitude characteristic of the CEF on TIVT at $E_{p1}=E_{p2} = 20$ V, $I_p = 1$ mA, $f_0=1$ kHz, $U_i = 6$ V and $R_i = 620$ Ohm

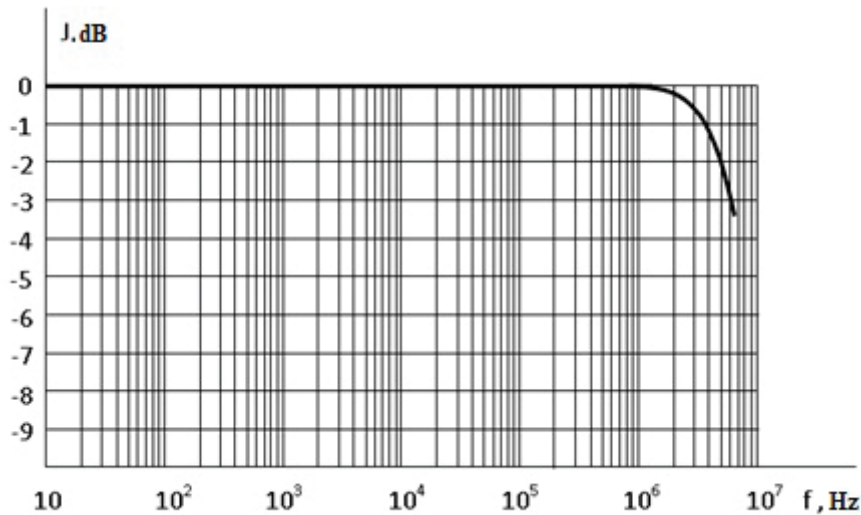


Figure 5. The frequency response of the CEF at TIVT at $E_{p1} = E_{p2} = 20 \text{ V}$, $I_p = 1 \text{ mA}$, $f_0 = 1 \text{ kHz}$, $U_i = 6 \text{ V}$ and $R_i = 620 \text{ ohm}$

Figure 5 shows the amplitude-frequency characteristic of the investigated schemes as a function of the relative gain from the frequency $J = j(f)$, which has the same form as that of the known schemes CEF on single bipolar transistors.

As we can see from figure 5 the frequency response of the investigated schemes CEF at TIVT is uniform without the «peaks» and «falling» and the upper frequency limit at -3 dB relative gain is equal to 5 MHz .

Conclusion

The results of experimental studies confirm that the use of three structural injection voltaic transistors allows realize highly resistant to the action of destabilizing factors complementary emitter follower and power amplifiers based on them. Three structural injection voltaic transistors have a threefold increase in the safe operating area. Designed complementary emitter follower has a fairly good uniform amplitude-frequency characteristics over a wide frequency range.

References:

1. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. Справочное руководство. Пер.с нем.— М.: Мир, 1982, стр. 239–242.
2. Предварительный патент РУз № IDP 05016. Комплементарный эмиттерный повторитель / Арипов Х. К., Атаханов Ш. Н., Бустанов Х. Х., Касимов С. С., Фазилжанов И. Р. // Бюлл. № 6, 31. 12.2001.
3. Фазилжанов И. Р. Исследование комплементарного эмиттерного повторителя с расширенным диапазоном устойчивой работы // Международный Форум. «Новые инфокоммуникационные технологии: достижения, проблемы, перспективы». Том 3. «Техника и технология связи». Тез.докл. международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов стран СНГ.— Новосибирск: СибГУТИ. 2003. с. 33–35.
4. Предварительный патент РУз № 5123. Трехструктурный инжекционно-вольтаический транзистор / Арипов Х. К., Бустанов Х. Х., Мавлянов А. Р., Махсудов Д. Т. // Бюлл. № 2, 30.06.1998.
5. Фазилжанов И. Р. Комплементарный эмиттерный повторитель на трехструктурных инжекционно-вольтаических транзисторах // Республиканская научно-техническая конференция аспирантов, магистров и бакалавров «Информационно-коммуникационные технологии». Сб. докладов.— Ташкент, 2008.— С. 196.

Анализ конструктивных решений по созданию транспортной энергоустановки на базе свободнопоршневого двигателя внутреннего сгорания

Шустров Федор Андреевич, заместитель директора;
Татарников Алексей Павлович, инженер-исследователь первой категории;
Некрасов Александр Сергеевич, инженер-исследователь первой категории
Научно-технический центр «Силовые агрегаты» (г. Москва)

В настоящей статье проведен анализ существующих конструктивных решений, используемых при создании транспортной энергоустановки на базе свободнопоршневого двигателя внутреннего сгорания. Определена оптимальная кинематическая схема энергоустановки, наиболее эффективная конструкция теплового двигателя и нагружающего устройства, а также предъявлены требования к вспомогательным системам и агрегатам.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, кривошипно-шатунный механизм, свободнопоршневой двигатель, энергоустановка, линейный генератор

Введение

Основным источником энергии как на автомобильном транспорте, так и в малой энергетике в настоящее время остаются тепловые двигатели, основным конструктивным узлом в которых является кривошипно-шатунный механизм (КШМ). Устойчивую позицию этим двигателям обеспечивают распространенность используемого топлива, преимущественно нефтяного происхождения, высокая технологичность конструкции и, как следствие, доступная стоимость изготовления, относительно не высокие эксплуатационные расходы, ресурсные параметры, а также относительно неплохие показатели энергоэффективности и экологичности. Однако, для достижения высоких удельных мощностных показателей, хорошей топливной экономичности и низкого уровня выбросов вредных веществ с отработавшими газами все современные тепловые двигатели, основанные на кинематике КШМ, вынуждены использовать в своем составе большое количество сложных и дорогостоящих систем, в основе которых лежат как механические узлы и агрегаты, так и мехатронные и микропроцессорные системы, действия которых направлены на повышение эффективности термодинамического цикла двигателя [1, 2, 3, 4]. Стоит отметить, что чем более совершенными и отточенными являются рабочие процессы в конкретном двигателе, т.е. чем выше показатели его топливной экономичности и ниже концентрация вредных веществ в отработавших газах, тем выше его себестоимость и, следовательно, дороже его обслуживание и ремонт, причем это вызвано не только более высокой стоимостью запасных частей и расходных материалов, но и необходимостью привлечения высококвалифицированного персонала для проведения регламентных работ.

Современные тепловые двигатели вплотную приближаются к границе своего технического совершенства, а применяемые конструктивные и прочие мероприятия, становясь все более изощреннее, в конструктивном

смысле, и дороже, приносят все менее ощутимый эффект. Вполне обоснованно можно предположить, что в ближайшие десятилетия дальнейшее совершенствование традиционных тепловых двигателей будет уже экономически нецелесообразно, т.к. будет пройден тот рубеж, при переходе через который стоимость изготовления, а также дальнейшей эксплуатации и обслуживания превысят экономическую выгоду от снижения расхода топлива, которую смогут обеспечить внедряемые технические решения, а единственным стимулом, оправдывающим усложнение конструкции двигателей и энергоустановок в целом, будет снижение эмиссии вредных веществ.

Все это предопределяет необходимость поиска свежих идей в области создания альтернативных конструктивных решений и новых типов двигателей, которые позволят поднять показатели тепловых двигателей на новую ступень, при этом сохранив рациональность их использования в автотранспортных средствах и малой энергетике.

Одним из таких решений, набирающим популярность в последнее десятилетие, является использование свободнопоршневых кинематических схем в тепловых двигателях, позволяющих получать механическую энергию, произведенную в результате сжигания топлива, непосредственно с рабочего поршня. Причины возобновления интереса научной общественности к данному направлению кроются в ряде преимуществ, которыми обладают свободнопоршневые (СП) тепловые двигатели в сравнении с традиционными двигателями, у которых тепловая энергия передается от поршня через кривошипно-шатунный механизм на вращающийся коленчатый вал двигателя. В частности, можно отметить, что свободнопоршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) превосходят кривошипно-шатунные аналоги по материалоемкости, технологичности и стоимости изготовления, массогабаритным параметрам, ресурсу, показателям удельного эффективного расхода топлива при низких требованиях, предъявляемых к используемому топливу, а также по уровню эмиссии вредных веществ [5]. Все эти преимущества в ос-

новном объясняются более высоким эффективным КПД таких двигателей, в частности, вследствие меньших механических потерь, а также простотой конструкции, потенциально лучшей уравновешенностью двигателя и возможностью обеспечения изменяемой степени сжатия.

В ходе проведения исследований одной из поставленных задач являлось формирование технического облика автотранспортной энергоустановки на базе СП ДВС.

Обзор и анализ существующих конструктивных решений

Очевидно, что на транспорте СП ДВС целесообразнее использовать в составе гибридной энергоустановки [6], а также в роли основной составляющей «увеличителя пробега» (в переводе с англ. «range extender») электромобилей [7] совместно с линейным генератором для выработки электроэнергии, которая в последствии должна использоваться для привода автомобиля и питания бортовых систем, а не в качестве движителя транспортного средства. В ходе сравнения существующих видов и концепций энергоустановок на базе СП ДВС, основанного на анализе современных научно-технических источников, были сделаны следующие выводы:

1) Наиболее предпочтительным по энергетическим показателям для СП ДВС является двухтактный рабочий процесс. Применение четырехтактного рабочего процесса для СП ДВС нецелесообразно в виду значительного снижения эффективности за счет большего числа преобразований энергии для реализации четырех рабочих тактов, а так же в связи с проблемами, связанными с неравномерностью работы установки, усложнения конструкции двигателя и потенциального увеличения его стоимости.

2) Важным вопросом при создании СП ДВС является выбор кинематической схемы с точки зрения количества,

вида связи и взаимного направления перемещения рабочих поршней.

Применение компоновок с отдельной камерой сгорания для каждого рабочего поршня, в т.ч. одноцилиндровых или двух цилиндровых конструкций, но с жестко связанными поршнями, осложняется за счет неуравновешенности сил инерции, вследствие чего при работе двигателя будут возникать повышенные вибрации. Использование данных кинематических схем возможно при модульном подходе в создании энергоустановок, предусматривающим наличие четного числа СП ДВС, работающих в противофазе, и тем самым обеспечивающих взаимное уравновешивание, однако в данном случае могут возникнуть сложности с обеспечением их синхронизации.

Наиболее оптимальной кинематической схемой для СП ДВС, представленной на рисунке 1, является конструкция с двумя противоположно движущимися поршнями, объединенными общим цилиндром.

Применение такого технического решения позволяет избавиться от вибраций за счет компенсации инерционных нагрузок при сохранении приемлемых массогабаритных показателей.

3) В качестве нагружающего устройства для СП ДВС в транспортной энергоустановке наиболее подходят асинхронные линейные машины на постоянных магнитах из редкоземельных металлов [8] за счет простоты конструкции, высокой эффективности, низкого уровня тепловых потерь, хороших динамических показателей и высокой точности позиционирования. Учитывая вышеописанную схему СП ДВС, основанную на двух противоположно движущихся поршнях, очевидно, что конструкция энергоустановки должна включать в себя две линейные электромшины, подвижные части которых жестко связаны с рабочими поршнями.

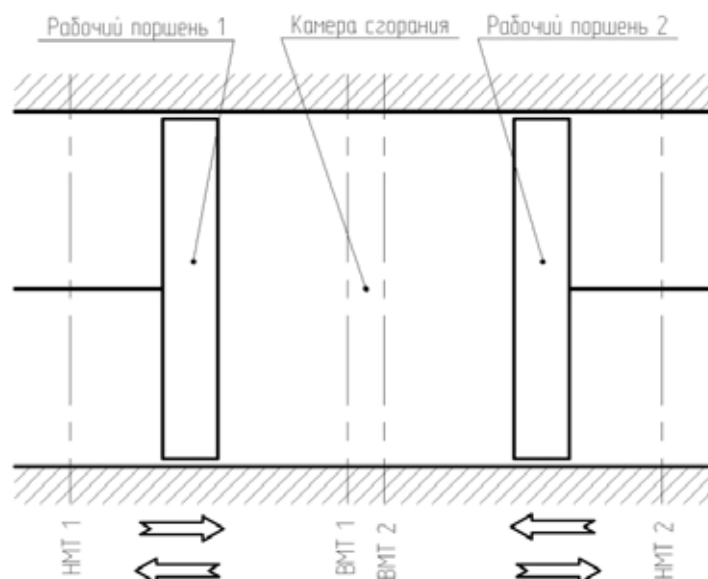


Рис. 1. Кинематическая схема СП ДВС с противоположно движущимися поршнями

4) Результаты динамического анализа [9] показали, что для оптимизации энергоэффективных и массогабаритных показателей в состав энергоустановки на базе СП ДВС целесообразно ввести пневматические пружины, поршни которых жестко связаны с рабочими поршнями СП ДВС и подвижными частями электромашин (см. рисунок 2), выполняющие роль, во-первых, накопителей кинетической энергии, необходимой для возврата поршней

в верхнюю мертвую точку для сжатия свежего заряда на каждом последующем такте, а во-вторых, дополнительного источника механической энергии для обеспечения работы линейных электрических машин в режиме генератора на всех тактах работы СП ДВС. Такой подход позволяет существенно минимизировать размеры подвижных частей линейных электромашин при значительном снижении инерционных нагрузок в системе.

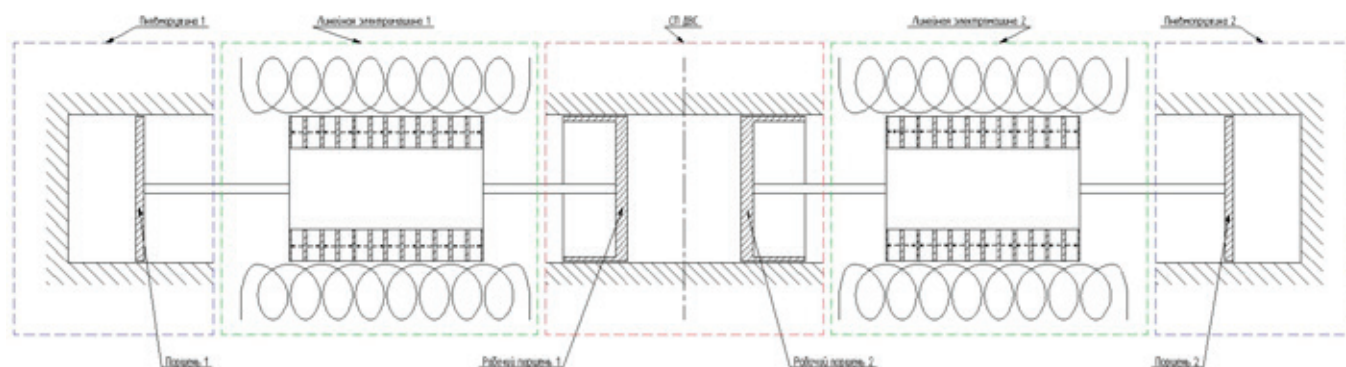


Рис. 2. Схема энергоустановки на базе СП ДВС

Стоит отметить, что при выборе геометрических параметров пневмопружины необходимо искать компромисс между диаметром поршней и рабочим давлением. Увеличение диаметра, безусловно, позволяет понизить величину рабочего давления внутри пневмопружины, тем самым снижая требования к конструкционным параметрам их деталям, однако негативно сказывается на габаритных показателях энергоустановки в целом. Применение дополнительного жидкостного охлаждения позволяет нивелировать негативное влияние повышенного давления за счет понижения рабочей температуры в пневмопружинах.

5) Особое внимание при создании энергоустановок с СП ДВС необходимо уделить вопросу организации газообмена в двигателе. Процесс газообмена в свободнопоршневом двигателе целесообразнее осуществлять по двухтактной схеме через впускные и выпускные окна, поэтому рассмотрим подробнее различные методы организации продувки для данного типа двигателей и определим оптимальный из них.

Для свободнопоршневого двигателя аналогом кривошипно-камерной продувки является запоршневое пространство. Применение продувки посредством запоршневого пространства осложняется тем, что в нём должна осуществляться смазка цилиндропоршневой группы, при этом часть масла неизбежно будет попадать в рабочий цилиндр двигателя вместе с продувочным воздухом и сгорать вместе с топливоздушной смесью, что негативно повлияет на экологические показатели СП ДВС. Другим вариантом газообмена является установка дополнительной продувочной камеры, которая будет обеспечивать продувку, но ее наличие будет увеличивать габаритные размеры двигателя. Оба указанные варианты имеют недо-

статок, свойственный всем классическим двухтактным двигателям, который заключается в том, что при газообмене кривошипно-камерной продувкой возникают проблемы с высоким процентом остаточных газов, кроме того, такая продувка не позволяет эффективно применять наддув.

Улучшение процесса газообмена может быть обеспечено за счет применения выпускных клапанов в системе газообмена двигателя по аналогу прямоточно-клапанной продувки цилиндра. Применение такой схемы позволяет управлять моментом закрытия выпускного клапана, что позволяет избежать выброса топливоздушной смеси в выпускной коллектор, тем самым снизить расход топлива, а также позволяет эффективно использовать системы наддува и повысить мощность. Однако, применение клапанов в системе газообмена свободнопоршневого двигателя затруднено отсутствием вращающихся узлов, необходимых для привода кулачкового механизма, и невозможно без использования отдельных приводных агрегатов. Современный уровень развития электротехники и систем управления позволяет применить индивидуальный электромагнитный привод клапанов, но стоит учитывать, что его интеграция в двигатель принесет и ряд недостатков, к которым, например, можно отнести большие энергозатраты на электропривод и проблему обеспечения безударной посадки клапана в седло.

Учитывая тот факт, что концепция свободнопоршневого двигателя внутреннего сгорания не предусматривает наличие вращающихся элементов, которые могли бы обеспечить привод механизма газораспределения аналогично традиционным двигателям с КШМ, наиболее технологичным способом организации газообмена остается

использование прямоточно-щелевой продувкой, схема которой представлена на рисунке 3. В данной схеме один

поршень перекрывает выпускные окна, а второй продувочные.

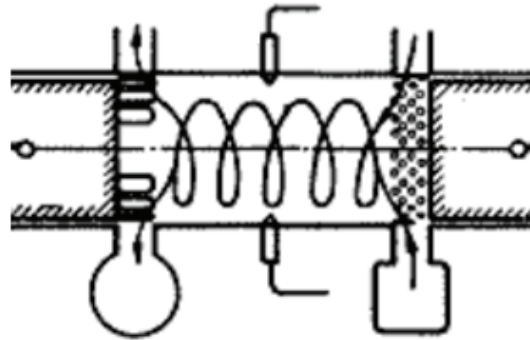


Рис. 3. Прямоточно-щелевая схема газообмена в СП ДВС с противоположно движущимися поршнями

Применение прямоточно-щелевой продувки, предусматривающей наличие системы наддува, компрессора или продувочного насоса, позволяет производить качественную продувку цилиндра, за счет чего снижается коэффициент остаточных газов и повышается эффективность двигателя. Естественно, такая схема не лишена недостатков. Одним из них является снижение действительной степени сжатия за счет расположения окон возле НМТ, что обязательно должно учитываться при моделировании процессов в СП ДВС. Также стоит отметить, что данная концепция газообмена существенно ограничит возможность регулирования процесса наполнения свежим зарядом и отвода отработавших газов в ходе работы двигателя, однако, учитывая специфику применения СП ДВС для работы в составе автомобильной энергоустановки, которой характерны квазистационарные режимы, это техническое решение позволит достичь требуемых энергоэффективных показателей двигателя при значительном упрощении его конструкции и повышении надежности. Для повышения эффективных показателей СП ДВС целесообразно организовать продувку посредством турбокомпрессора, приводимого кинетической энергией отработавших газов.

6) Рассматривая проблему организации смазки в СП ДВС, можно отметить, что применение в свободнопоршневых двигателях смазки путем разбавления топлива маслом, характерной для двухтактных двигателей, неэффективно, так как это возможно только при использовании продувки запоршневым пространством, кроме того такая организация смазки приводит к росту концентрации вредных веществ, выбрасываемых двигателем в атмосферу. Стоит также отметить снижение потребительских и эксплуатационных показателей ДВС с описанной организацией системы смазки вследствие необходимости подготовки бензо-масляной смеси в процессе каждой заправки топливом.

Применение классической комбинированной системы смазки, характерной для четырехтактных двигателей, в свободнопоршневом двигателе осложнено наличием

в зоне хода компрессионных и маслосъемных (в некоторых случаях) колец органов газообмена, поэтому разработка системы смазки требует особого внимания. Одним из перспективных на сегодняшний день технических решений, позволяющих повысить экономические, экологические и ресурсные показатели ДВС, является совместное использование комбинированной системы смазки пониженной производительности и твердых смазочных покрытий, наносимых на детали трения [10, 11].

7) При создании энергоустановок на базе СП ДВС, учитывая характер тепловыделения в таких двигателях, которым свойственны большая скорость и величина тепловыделения в сравнении с кривошипно-шатунными ДВС (см. рисунок 4), вопрос правильной организации охлаждения деталей двигателя играет важное место. Ситуацию усугубляет также необходимость минимизации массы всех подвижных частей двигателя, в т.ч. рабочих поршней, в угоду снижения инерционных нагрузок, что предъявляет повышенные требования к отводу тепла от нагреваемых деталей, учитывая повышенную теплонапряженность двухтактного двигателя.

Для свободнопоршневого двигателя внутреннего сгорания в составе энергоустановки предпочтительно использование жидкостной системы охлаждения с регулируемой производительностью и независимым электроприводом, которая позволит точно регулировать температурный режим двигателя вне зависимости от параметров окружающей среды, а также даст возможность в перспективе повысить энергоэффективность энергоустановки в целом путем реализации различных мероприятий по утилизации тепловой энергии, в том числе отводимой в систему охлаждения [13, 14, 15] и с отработавшими газами [16, 17, 18], в том числе, используемыми в системе рециркуляции отработавших газов.

8) Учитывая целесообразность реализации двухтактного рабочего цикла в СП ДВС, для обеспечения в нем лучшей топливной экономичности и высоких экологических показателей необходимо использовать систему непосредственного впрыска топлива, которая позволит обе-

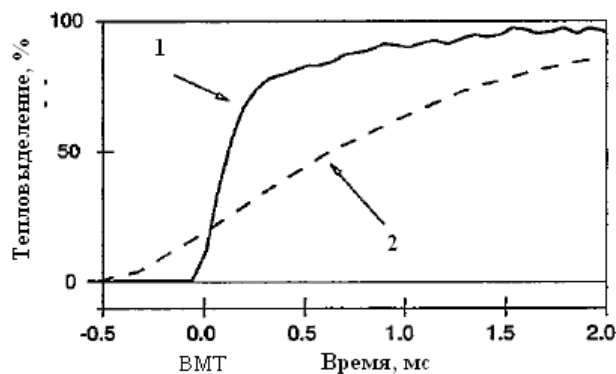


Рис. 4. График скорости тепловыделения [12]:
1 — свободнопоршневой двигатель; 2 — обычный дизельный двигатель

спечить точное дозирование цикловой подачи топлива и исключить выброс топлива в выпускной коллектор в процессе продувки цилиндра.

Выводы

В настоящей статье проведен сравнительный анализ конструктивных параметров основных элементов и сформирован технический облик транспортной энергоустановки на базе свободнопоршневого двигателя внутреннего сгорания. Объединение предложенных технических решений позволит обеспечить оптимальное сочетание экологических, энергоэффективных и многих эксплуата-

ционных показателей при интеграции свободнопоршневого двигателя в состав транспортного средства.

Статья подготовлена в рамках проведения НИР по теме «Разработка научных основ и практических способов совершенствования показателей свободнопоршневых тепловых двигателей для транспортных и стационарных энергоустановок» в рамках стипендии Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики, регистрационный номер СП-264.2015.1 при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

Литература:

1. Хрипач, Н. А., Лежнев Л. Ю., Папкин Б. А., Шустров Ф. А., Татарников А. П., Тингаев Н. В. Анализ конструкций, обеспечивающих максимальную термодинамическую эффективность поршневых двигателей // Известия МГТУ «МАМИ». Научный рецензируемый журнал. — М.: МГТУ «МАМИ», 2012. — № 2 (14). — Т. 1 — с. 360–367.
2. Петриченко, Д. А., Хрипач Н. А., Лежнев Л. Ю., Папкин Б. А., Шустров Ф. А., Татарников А. П. Использование многопараметрической нейросетевой модели управления энергоустановками на базе двигателя внутреннего сгорания. Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2012. Т. 1. № 1. — 81 с.
3. Лежнев, Л. Ю. Улучшение топливно-экономических и экологических показателей ДВС в составе комбинированных энергетических установок автотранспортных средств. Дисс. на соиск. Ученой степени канд. техн. наук — М: НАМИ, (2005) — 134с.
4. Лежнев, Л. Ю., Иванов Д. А. Способы повышения энергоэффективных показателей двигателей с внешним подводом теплоты, работающих в составе установок автономного энергоснабжения // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5; URL: www.science-education.ru/111-10139.
5. Шустров, Ф. А. и др. Оценка эффективности использования свободнопоршневых тепловых двигателей в составе транспортных и стационарных энергоустановок. / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 10–3. с. 449–453.
6. Лежнев, Л. Ю., Минкин И. М. АТС с комбинированной энергетической установкой // Автомобильная промышленность. 2003. — № 11 — с. 15–17.
7. Эйдинов, А. А., Каменев В. Ф., Лежнев Л. Ю. Электромобили и автомобили с КЭУ // Автомобильная промышленность. 2002, № 11.
8. Goncharov, V. I., Ezhov E. V., Chirkin V. G., Shirinsky S. V., Petrichenko D. A. Linear Alternator with Reciprocating Mover: Review of Designs and Machine Types. Biosciences Biotechnology Research Asia, 2015, Vol. 12 (Spl. Edn. 2), pp. 409–418.
9. Petrichenko, D., Tatarnikov A., Papkin I. Approach to Electromagnetic Control of the Extreme Positions of a Piston in a Free Piston Generator. Modern Applied Science. Vol. 9, No. 1, 2015, pp. 119–128.

10. Nikolay Khripach, Leonid Lesnevskiy, Maxim Lyahovetskiy, Alexander Troshin. Potential of Microarc Oxidation for Implementation of Dry Friction and Boundary Lubrication Modes in Free-piston Internal Combustion Engines. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973–4562 Volume 10, Number 20 (2015), pp 40956–40964.
11. L. N. Lesnevskiy, L. Yu. Lezhnev, M. A. Lyakhovetskiy, A. E. Troshin, P. V. Gavrilov, and A. M. Ushakov. Inorganic Solid Lubricating Coatings for Heat Engines and Power Plants. Journal of Machinery Manufacture and Reliability, 2015, Vol. 44, No. 5, pp. 455–463.
12. R. Mikalsen, A. P. Roskilly «A Review of Free-Piston Engine History and Applications», Applied Thermal Engineering, Vol. 27, № 14–15, 2007.
13. Nikolay Anatolyevich Khripach, Viktor Sergeyevech Korotkov and Igor Arkadyevich Papkin. Thermoelectric cooling system for internal combustion engine. Part 1: development of the technical aspects. International Journal of Applied Engineering Research, ISSN 0973–4562, Volume 11, Number 15 (2016), pp 8547–8552.
14. Nikolay Anatolyevich Khripach, Denis Alekseevich Ivanov and Igor Arkadyevich Papkin. Thermoelectric Cooling System for Internal Combustion Engine Part 2: Experimental Studies. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973–4562 Volume 11, Number 15 (2016), pp 8540–8546.
15. Boris Arkadyevich Papkin, Nikolay Anatolyevich Khripach, Viktor Sergeevich Korotkov and Denis Alekseevich Ivanov. Thermoelectric generator for a vehicle engine cooling system research and development. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973–4562 Volume 11, Number 15 (2016), pp 8557–8564.
16. Khripach, N., Papkin B., Korotkov V. Thermoelectric generators of motor vehicle powertrains, problems and prospects. Life Sci J 2014;11 (12):503–507.
17. Nikolay Anatolyevich Khripach, Boris Arkadyevich Papkin, Viktor Sergeevich Korotkov and Dmitriy Vladimirovich Zaletov. Study of the Influence of Heat Exchanger Body Design Parameters on the Performance of a Thermoelectric Generator for Automotive Internal Combustion Engine. BIOSCIENCES BIOTECHNOLOGY RESEARCH ASIA, September 2015. Vol. 12 (Spl. Edn. 2), pp. 677–689.
18. Nikolay Anatolyevich Khripach, Boris Arkadyevich Papkin, Viktor Sergeevich Korotkov, Alexander Sergeevich Nekrasov and Dmitriy Vladimirovich Zaletov. Effect of a Thermoelectric Generator on the Fuel Economy of a Vehicle Operating in a Real-world Environment. BIOSCIENCES BIOTECHNOLOGY RESEARCH ASIA, September 2015. Vol. 12 (Spl. Edn. 2), pp. 375–386.

Разработка частотно-регулируемого асинхронного электропривода для бурового насоса

Юлдашев Фазлиддин Нуриддинович, магистрант;

Муминов Маъруфжон Махмуд угли, магистрант;

Бойхонов Заилобиддин Урозали угли, магистрант

Имамназаров Абдукахар Турапович, кандидат технических наук, профессор, научный руководитель
Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Беруни (Узбекистан)

В статье рассматривается принцип работы буровых установок, схема расположения основного и вспомогательного технологического оборудования, разновидности используемых электроприводов постоянного и переменного тока, их свойства, а также представлены результаты их анализа, обоснован выбор частотно-регулируемого асинхронного электропривода для бурового насоса и представлены выводы о численных значениях возможности экономии электроэнергии во время его эксплуатации.

Ключевые слова: буровая установка, буровой насос, электропривод постоянного тока, асинхронный электропривод, синхронный двигатель, система Г-Д, высоковольтный преобразователь частоты

Development of the frequency-managed asynchronous drive for boring pump

In the article principle of work of boring options, layout chart, is examined basic and auxiliary technological equipped, varieties of the used electromechanics of direct and variable current, their property, and also the results of their analysis are presented, the choice of the frequency-managed asynchronous drive is reasonable for a boring pump and possibilities of economy of electric energy are imagined numeral values during his exploitation

Буровые насосы служат для создания в скважине циркуляции промывочной жидкости, которая очищает забой и выносит выбуренную породу на поверхность, а при турбинном бурении передает энергию турбобуру. Чаще применяются поршневые насосы, у которых подача меняется за счет смены цилиндрических втулок [1].

Силовой привод буровой установки может быть дизельным, электрическим, дизель-электрическим и дизель-гидравлическим. Дизельный привод применяют в районах, не обеспеченных электроэнергией необхо-

димой мощности. Электрический привод с использованием электродвигателей переменного и постоянного тока применим только в электрифицированных районах. Дизель-электрический привод состоит из двигателя внутреннего сгорания (дизеля), который вращает электрический генератор, питающий электродвигатель [1, 2].

Суммарная мощность силового привода буровых установок составляет от 1000 до 4500 кВт. В процессе бурения она распределяется на привод буровых насосов и ротора.

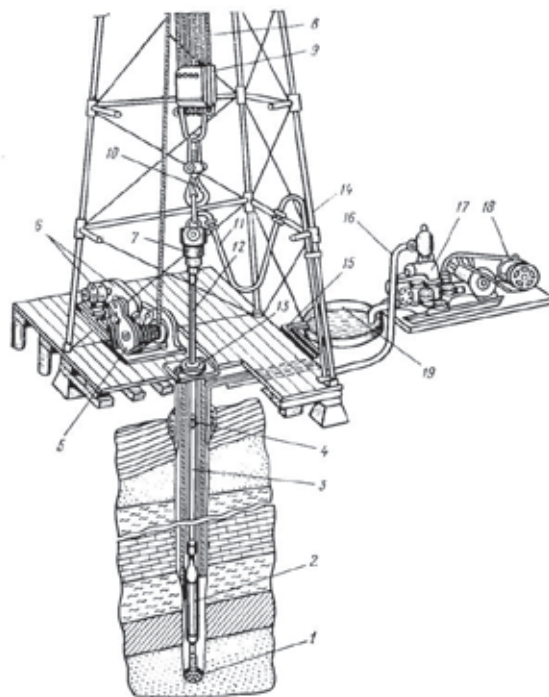


Рис. 1. Схема буровой установки для глубокого вращательного бурения: 1 — долото; 2 — турбобур; 3 — бурильная труба; 4 — бурильный замок; 5 — лебедка 6 — двигатели лебедки и ротора; 7 — вертлюг; 8 — талевый канат; 9 — талевый блок; 10 — крюк; 11 — буровой шланг; 12 — ведущая труба; 13 — ротор; 14 — вышка; 15 — желоба; 16 — обвязка насоса; 17 — буровой насос; 18 — двигатель насоса; 19 — приемный резервуар

На рис. 1 представлена схема расположения технологического оборудования буровой установки для глубокого вращательного бурения. Электропривод буровых установок может быть регулируемым и нерегулируемым. В приводе постоянного тока применяется регулируемый ЭП по системе «тиристорный преобразователь — двигатель» (ТП-Д), в котором на выходе преобразователя изменяется среднее значение выпрямленного напряжения.

Применение частотно-регулируемого асинхронного электропривода обеспечивает плавный запуск бурового насоса с токами не выше номинального, регулирование частоты вращения бурового насоса в пределах 400–1500 об/мин и стабилизацию заданной частоты с высокой точностью, снижение весогабаритных характеристик электропривода в два раза по сравнению электропривода на постоянном токе.

Это позволило снизить мощность комплектной трансформаторной подстанции буровой установки, что повлекло

за собой снижение стоимости трансформаторов, проектных и строительно-монтажных работ. Кроме этого снизилось энергопотребление буровой установки и упростилось регулирование частоты вращения электропривода.

На рис. 2 представлена однолинейная схема электропитания буровой установки.

Асинхронный двигатель преобразовательного агрегата является приводным двигателем системы Г-Д, который механически соединен с ротором синхронного генератора СГ и скорость определяет частоты тока обмотки статора СГ, а значения напряжения его регулируется током возбуждения [3, 4].

В настоящее время в буровых насосах используются в основном синхронные электроприводы с нерегулируемыми синхронными двигателями. Замена нерегулируемых синхронных электроприводов с частотно-регулируемыми асинхронными электроприводами позволяет повышения энергетических показателей буровых насосов.

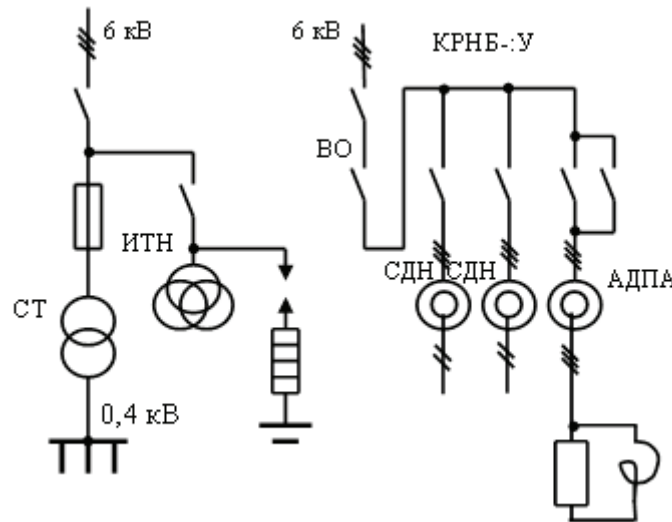


Рис. 2. Схема электроснабжения буровой установки: СТ — силовой трансформатор, снабжающий вспомогательное оборудование, ИТН — измерительный трансформатор напряжения, СДН — синхронные двигатели насосов, АДПА — асинхронный двигатель преобразовательного агрегата

Выбор мощности АД осуществляется исходя из непрерывного режима работы бурового насоса и поэтому мощность двигателя достаточно выбрать примерно на 20% больше мощности нагрузки. Номинальное напряжение АД должен соответствовать напряжению сети (6 или 10 кВ). В настоящее время действующих буровых установках синхронная скорость двигателей не превышает 750 об/мин.

Для бурения глубоких скважин с глубиной 7–10 км используются буровые насосы типа У8–7 и в качестве приводного двигателя можно применять асинхронный

двигатель типа 1ВАО-560LB-4У2Б5 с следующими номинальными техническими данными: $P_H = 1000$ кВт, $n_0 = 1000$ об/мин, $U_H = 6,0$ кВ, $I_H = 110,7$ А, $\eta_H = 95,4\%$. $\cos \varphi_H = 0,91$, $b_H = 2,5$, $b_n \times 1,5$, $I_n / I_H = 7$.

Для регулирования скорости бурового насоса будем применять частотно-регулируемый асинхронный электропривод с высоковольтным преобразователем частоты типа ВПЧА. На рис. 3 представлена функциональная схема автоматизированного частотно-регулируемого асинхронного электропривода бурового насоса [4].

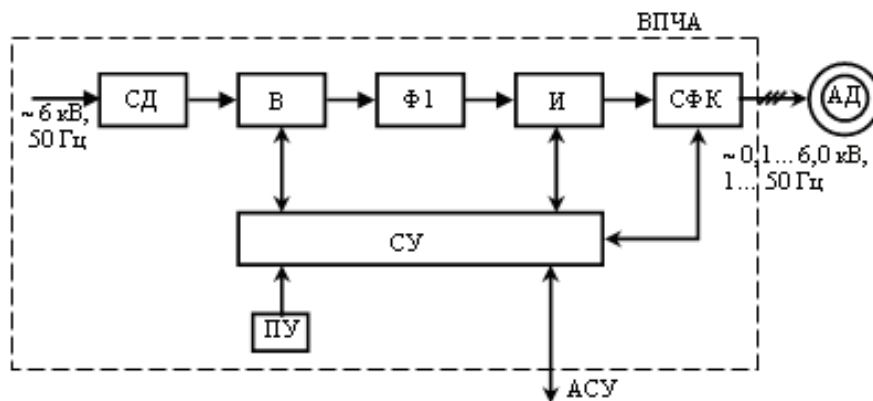


Рис. 3. Функциональная схема частотно-регулируемого асинхронного электропривода бурового насоса У8–7 на базе ВПЧА

ВПЧА функционирует следующим образом. Напряжение от электрической сети выпрямляется в выпрямителе В и сглаживается в промежуточном фильтре Ф1. Синусоидальное (в среднем) напряжение формируется в ВПЧА при помощи инвертора И с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Пульсации ШИМ сглаживаются фильтром СФК, поэтому напряжение на выходе

ВПЧА синусоидальное. Содержание высших гармоник в нем не выше, чем в сетевом напряжении (не более 5%) и двигатель в установившемся режиме работает как при питании от сети — без добавочных потерь. В переходных режимах амплитуда и частота напряжения формируются по принципу векторного управления, обеспечивая оптимальный режим двигателя в процессе

пуска при изменениях уставки скорости (производительности). Величина уставки может задаваться либо с местного пульта, либо дистанционно из автоматизированной системы.

Применение частотно-регулируемого асинхронного электропривода с преобразователями частоты для управления бурового насоса обеспечивает [2]:

– исключение необходимости перезапуска всего технологического процесса после кратковременных отключений питающей сети благодаря безударному повторному включению на вращающийся двигатель;

– возможность точной дозировки и повышение КПД процессов транспортировке жидкости. В результате расход электроэнергии снижается на 3%...10% при той же производительности насоса.

Таким образом, используя вместо регулируемого электропривода постоянного тока бурового насоса, частотно-регулируемый асинхронный электропривод с АД с аналогичной мощностью типа 1ВАО-560LB-4У2Б5, можно будет экономить электроэнергии примерно на 7–8% от потребляемой мощности бурового насоса, что составляет 70–80 кВт.

Литература:

1. Imomnazarov, A. T. Neft va gaz konlarining elektr jihozlari. O'quv qo'llanma. — Toshkent: «CHO'L PON», 2007. — 145 b.
2. Imomnazarov, A. T. Ekektromexanik tizimlarning elementlari. Darslik. Toshkent: «Ta'lim», 2009. — 155 b.
3. Hoshimov, O. O., Imomnazarov A. T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik. 2- nashr. Darslik. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. — 155 b.
4. Имомназаров, А. Т., Аъзамова Г. А. Асинхрон моторларнинг энергия тежамкор иш режимлари. Монография. — Тошкент: ТошДТУ, 2014. — 140 б.

Молодой ученый

Международный научный журнал
Выходит два раза в месяц

№ 20 (124) / 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)
Игиснинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Курпаяниди К. И. (Узбекистан)
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 10.11.2016. Тираж 500 экз.

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