

ISSN 2072-0297



МОЛОДОЙ[®] УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



24
2017
Часть II

16+

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 24 (158) / 2017

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

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

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хуснидин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

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

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор

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

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 размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

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 Бекмуратович, кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)

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

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

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

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

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)

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)

Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

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: 05.07.2017. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

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

На обложке изображен русский и советский математик *Андрей Николаевич Колмогоров* (1903–1987), один из основоположников современной теории вероятностей и исследователь ряда других теорий: топологии, геометрии, математической логики, классической механики, теории турбулентности, сложности алгоритмов, информации, теории функций, тригонометрических рядов, теории меры, теории множеств, дифференциальных уравнений, динамических систем, функционального анализа и ряда других областей математики и её приложений. Известны также его работы в статистической физике (в частности, уравнение Джонсона — Мела — Авраами — Колмогорова).

Родился Колмогоров в Тамбове, с семи лет жил в Москве. В ранние годы обучением Андрея и других соседских детишек занимались его тетушки. Они организовали что-то вроде частной школы и издавали для них рукописный журнал «Весенние ласточки», в котором были опубликованы первые творческие работы учеников, в том числе придуманные Андреем арифметические задачки. Позже он был определен в частную гимназию Репман. По свидетельству первых учителей Андрея Колмогорова, они «не успевали его учить». Математику он изучил самостоятельно по «Энциклопедическому словарю Брокгауза и Ефрона».

Будущий академик в свои первые студенческие годы увлекался также историей. Выполнив первое серьезное историческое исследование о земельных отношениях в Новгородской земле, опираясь на материалы писцовых книг XV–XVI вв., он представил его на семинаре Бахрушина. Результаты его сохранились, но были опубликованы только в 1994 году. Автору исследования было заявлено, что выводы не могут быть окончательными, и для каждого из них нужно несколько доказательств. Тогда он окончательно решил уйти в науку, где для подтверждения результата достаточно всего одного доказательства, — в математику.

Окончив первый курс Московского университета экстерном, молодой Колмогоров в свои 19 лет получил мировую известность, удивив специалистов неожиданными результатами своих математических исследований: построил пример ряда Фурье, расходящегося почти всюду, а вслед за ним — пример такого ряда, расходящегося в каждой точке.

В 1928 году Колмогорову удалось выявить и доказать необходимые и достаточные условия справедливости закона больших чисел. В 1930-е годы он заложил также основы теории марковских случайных процессов с непрерывным временем.

Пик его математической карьеры пришелся на 1950–60-е годы, когда он, уже будучи профессором МГУ, получил выдающиеся результаты:

- в небесной механике, сдвинув с мёртвой точки задачи, оставшиеся нерешёнными со времен Ньютона и Лапласа;
- в решении 13-й проблемы Гильберта о возможности представления произвольной непрерывной функции нескольких действительных переменных в виде суперпозиции непрерывных же функций двух переменных;
- по динамическим системам, где введённый им новый инвариант «эпсилон-энтропия» привёл к перевороту в теории этих систем;
- в теории вероятностей конструктивных объектов, где предложенные им идеи измерения сложности объекта нашли применение в теории информации, теории вероятностей и теории алгоритмов.

За выдающиеся заслуги в области математики Колмогоров удостоен целого ряда премий и орденов, включая семь орденов Ленина, Орден Октябрьской Революции, Орден Трудового Красного Знамени, Золотую медаль имени Гельмгольца Академии наук Германии.

В 2002 году Лондонский университет учредил Медаль Колмогорова.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Авлякулова Ш. Б.

Построение параллельных и перпендикулярных прямых одним циркулем 113

Авлякулова Ш. Б.

Решение задач с элементами при помощи одной линейки..... 117

Матвеева Н. Н., Неустроева В. И.

Основы моделирования прогноза показателей 119

Никотина О. А.

Формы и методы использования истории математики на уроках и факультативных занятиях 121

Пожарский Д. А., Золотов Н. Б., Семенов И. Е.

Генетический алгоритм для нахождения коэффициентов аппроксимации функции в контактных задачах для цилиндра..... 122

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абубакиров И. Ф.

Интенсификация добычи нефти из заглинизированных пластов 125

Арутюнов Ю. А., Кирсанов П. Э., Кошкин Д. А., Овечников Е. К., Чащин Е. А.

Дефектоскоп с функцией онлайн определения допустимой нагрузки на участок рельса 126

Габриелян Ж. С., Пономарева К. Ю.

Формирование системы технико-экономических показателей многоуровневых парковок и определение их значимости методом экспертного опроса 131

Герасимович Л. С., Коховец Ж. А.

К обоснованию метода нормирования потребления энергоресурсов на мясокомбинатах..... 136

Гишваров А. С., Рахимов А. Х.

Оптимизация параметров ускоренных совмещенных ресурсных испытаний авиационных газотурбинных двигателей..... 139

Зохидов О. У., Расулов А. Х.

Усовершенствование режима работы насоса «НБ-32» для буровой установки УРБ-ЗАЗ 142

Ибрагимов У. Х.

Выбор и сравнение эффективности методов интенсификации теплообмена в промышленных теплообменных аппаратах..... 145

Ибрагимов У. Х.

Современное состояние исследований по интенсификации процессов гидродинамики и теплообмена в каналах с локальными завихрителями. Часть 1..... 147

Иванова Т. А., Понедельчук Е. Г.

Основные требования, предъявляемые к зданиям и их элементам..... 150

Кадыров И. Н., Камилова Н. А., Шомуратова С. М.

Использование теплонасосных установок (ТНУ) в промышленности 152

Конов М. Ю.

Повышение топливной экономичности двигателя внутреннего сгорания..... 155

Куликов А. В., Кузина Ю. В.

Исследование показателей оценки функционирования и развития маршрутной сети общественного пассажирского транспорта в Волгограде 159

Матус К. М. Оценка применимости структурно-механической модели разрушения для металлов с ГЦК и ГПУ-решеткой.....	167
Мислибоев И. Т., Хамзаев А. А., Расулов А. Х. Разработка методики исследования радиусов зон ослабления горного массива при взрыве скважинных зарядов взрывчатых веществ	170
Мубаракшин А. Р., Ахметдинов Д. А., Моисеев В. С. Разработка устройства для диагностики стабилитрона.....	174
Мубаракшин А. Р., Ахметдинов Д. А., Моисеев В. С. Разработка системы измерения сопротивления.....	180
Наимов С. Т. Общие требования технической эстетики к объектам проектирования.....	186
Пасынков Ю. А., Савиных М. А. Трансформатор тока в магнитном поле	188
Рагулин П. Г., Игнатенко М. А. Программное обеспечение для автоматизации информационных процессов организационного управления на строительном-монтажном предприятии	193
Семенченко И. Ю., Медведева М. С. Достоинства хонингования при капитальном ремонте двигателя внутреннего сгорания.....	197
Серенко И. С. Анализ системы мониторинга NetXMS	199
Томилов И. Н., Гладков А. В., Кожегульдинов М. К., Алексеев А. Е. Математическое и компьютерное моделирование дискретно-непрерывных гидравлических систем	205
Хайриддинов Б. Э., Холмирзаев Н. С., Эргашев Ш. Х., Нурматова Д. Ж., Отамуродов Р. Г. Математическая модель гелиобиоэнергетического контура для системы отопления животноводческих помещений	209
Хамраев С. И. Перспективы использования солнечной энергии в ГВС на примере Республики Узбекистан	213
Хамраев С. И. Разработка систем солнечного электро- и теплоснабжения в типовых жилых домах, построенных в сельской местности Кашкадарьинской области Узбекистана	215
Чусов А. Н., Марков Д. С. Новые требования в освещении городских улиц	217
Шаханова М. В., Недовесова А. А. Выбор SQL Server для медицинского учреждения.....	221
Шаханова М. В., Недовесова А. А. Моделирование системы доступа к медицинским сведениям.....	222
Ширинов А. А. Выбор электропривода дымососа для энергетического блока Ташкентской ТЭС	224
Юсупов Д. Т., Ботиров А. Н., Рузиев С. Б. Эффективность существующих методов регенерации трансформаторного масла	227
Юсупова И. Д., Гончаров А. В. Эффективность использования новых технических систем автоматизации на кондитерских предприятиях	229

МАТЕМАТИКА

Построение параллельных и перпендикулярных прямых одним циркулем

Авлякулова Шахида Бабаджановна, преподаватель
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

При построении нами будет использован исключительно циркуль, при анализе решения и доказательстве мы будем проводить также и прямые линии.

Прямая циркулем не может быть построена, поэтому мы будем считать прямую определенной, если даны ее две точки. В этой теме мы покажем, что по двум точкам прямой можно построить циркулем бесконечное множество точек этой прямой.

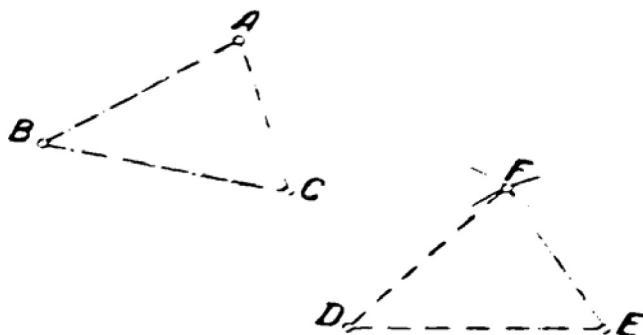


Рис. 1.

Задача № 1 — Построить угол, равный данному углу ABC (рис. 1)

Строим отрезок $DE=BC$, т. е. циркулем отмечаем две точки D и E так, чтобы $DE=BC$. Вокруг точек D и E радиусами, соответственно равными AB и AC, строим дуги, пересекающиеся в F. Угол FDE — искомый. Равенство углов следует из равенства треугольников ABC и FDE.

Задача № 2. — Из данной точки C провести прямую, параллельную AB (рис. 2).

Вокруг точки C радиусом AB проводим дугу. Из точки B засекаем дугу радиусом, равным AC. Точка D — точка пересечения дуг. Прямая CD — искомая.

Доказательство.

$\triangle ABC = \triangle BCD$; $\triangle ABC = \triangle BCD$; $\triangle ABC \parallel CD$.

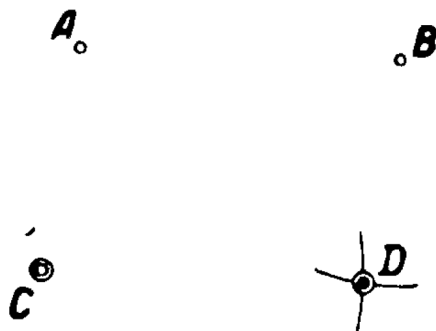


Рис. 2.

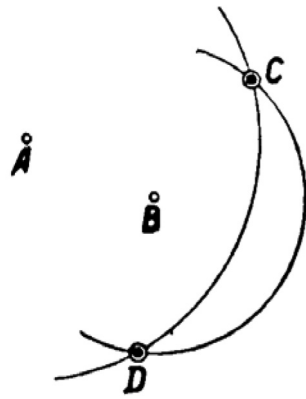


Рис. 3.

Задача № 3. — Из данной точки C (рис. 3). Опустить перпендикуляр на прямую AB.

Из точек A и B проводим дугу радиусами AC и BC до пересечения в точке D. CD-искомый перпендикуляр.

Задача № 4 — Построить точку D, симметричную точке C относительно прямой AB (задача № 3).

Задача № 5. — Даны две точки A и B. Построить точки, лежащие на прямой AB (рис. 4).

Для произвольной точки C, лежащей вне прямой AB, строим точку C_1 , лежащей вне прямой AB, строим точку C_1 , симметричную точке C относительно AB. Из точек C и C_1 проводим дуги произвольными равными радиусами до пересечения их в точке D. Точка лежит на данной прямой. Таким образом, можно построить бесконечное множество точек.

Это задача имеет важное принципиальное значение. Не имея линейки — инструмента для проведения прямой, — мы строим прямую циркулем «по точкам».

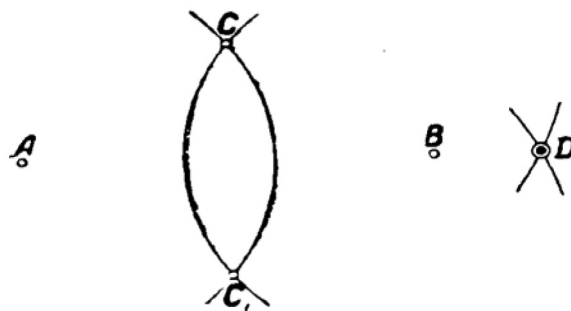


Рис. 4.

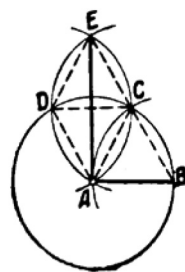


Рис. 5.

Задача № 6. — Прямая задана точками A и B. Узнать, лежит ли данная точка D на прямой.

Задача № 7. — Восставить из данной точки A к прямой AB перпендикуляр AE (рис. 5).

Из точки A, как из центра, проводим окружность радиусом AB и из точки B — дугу тем же радиусом до пересечения с окружностью в точке C. Из точки C радиусом AB проводим дугу ADE, где D — точка, лежащая на окружности. Из точки D тем же радиусом проводим дугу CE; AE — искомым перпендикуляр.

Доказательство.

$ABCD$ — ромб; $DC \parallel AB$; $ACDE$ — ромб. Следовательно, $AE \parallel CD$; $AE \perp AB$.

Это построение проведено при одном растворе циркуля (сравнить с задачей № 2 четырнадцатой темы).

Задача № 8. — Через точку, лежащую на окружности, провести касательную к окружности.

Решим задачу двумя способами.

Первый способ. Пусть O — центр круга и A — данная точка на окружности. К прямой OA в точке A восставляем перпендикуляр (задача № 2). Построение выполняется при одном растворе циркуля и требует проведения трех окружностей, не считая данной.

Второй способ. Из произвольной точки B , лежащей на данной окружности (рис. 6), как из центра, проводим окружность, проходящую через точку A и пересекающую данную окружность в точке C . Из точки A радиусом AC засекаем проведенную окружность в точке D . Прямая AD — искомая касательная.

Доказательство.

$\angle BCA = \angle BAC$ ($AB = BC$), $\angle BAC = \angle BAD$,

так как AB — линия центров окружностей, а CD — их общая хорда. Следовательно, $\angle BAD = \angle BCA$, т. е. угол BAD составлен хордой AB и касательной AD . Построение производится проведением двух окружностей.

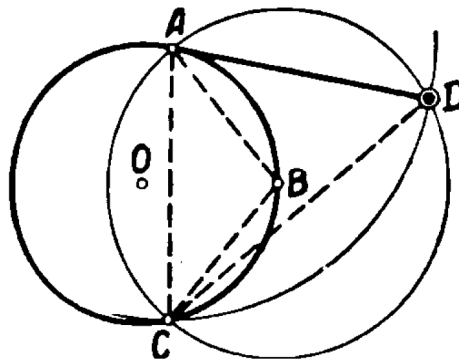


Рис. 6.

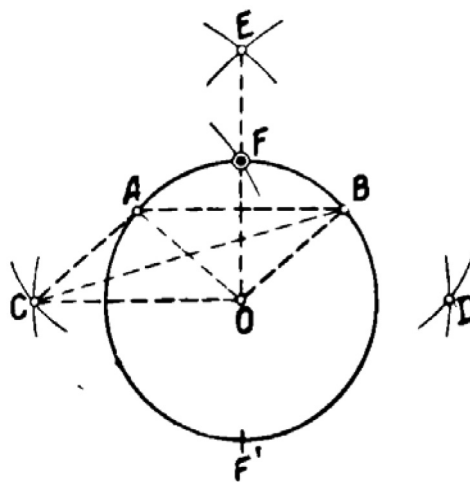


Рис. 7

Задача № 9. — Найти середину дугу AB (рис. 7).

Из точек A и B радиусами, равными радиусу данной окружности, проводим дуги OC и OD , из точки O засекаем их дугами, радиусы которых равны AB . В пересечении получаем точки C и D . Из точек C и D радиусом, равным CB или AD , проводим дуги до пересечения в точке E . Из точки C радиусом OE проводим дугу до пересечения в точке F с данной дугой AB . Точка F — середина дуги AB .

Доказательство.

Из параллелограмма $ABOC$ имеем:

$$2AB^2 + 2AC^2 = CB^2 + AO^2; CB^2 = 2d^2 + r^2,$$

Где $d=AB$. Прямая OE по построению перпендикулярна к AB :

$$OE^2 = (2d^2 + r^2) - d^2 = d^2 + r^2, OF^2 = d^2 + r^2 - d^2 = r^2.$$

Точка F лежит на перпендикуляре к хорде AB и на дуге AB . Точка F -искомая.

Учитывая, что дуги, проведенные из точек C и D , как центров, пересекаются не только в точке E , но и в точке E_1 (на чертеже не указана), мы можем в точке F_1 разделить пополам дугу, дополняющую первую дугу до целой окружности.

Задача об отыскании середины дуги имеет важное значение и будет в дальнейшем часто применяться.

Задача № 10. — Прямой AB в точке A восставить перпендикуляр и отложить на нем отрезок, равный данному отрезку d .

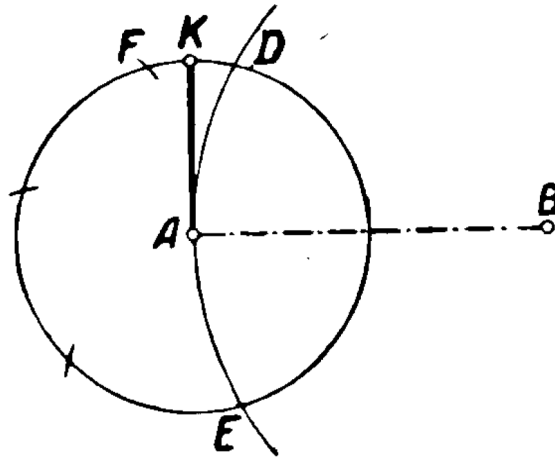


Рис. 8.

Опишем вокруг точки A окружность радиусом, равным данному отрезку d (рис. 7). Из точки B радиусом BA проводим дугу DAE , пересекающую первую окружность точках D и E . Строим точку F , диаметрально противоположную точке E . Дугу FD делим в точке K на две равные части. AK — искомый перпендикуляр.

Доказательство.

Угол FDE -прямой, $DE \perp AB$. Следовательно, прямая AK , будучи перпендикулярна к FD , перпендикулярна к AB , отрезок $AK=d$.

Литература:

1. И. Александров. Методы решений геометрических задач на построение, изд. 17-, 1937.
2. О. Вольберг. Основные идеи проективной геометрии ОНТИ, 1935.
3. А. М. Воноцен. Геометрия циркуля. ОНТИ, 1934.

Решение задач с элементами при помощи одной линейки

Авлякулова Шахида Бабаджановна, преподаватель
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

№ 1. — Провести, пользуясь одной линейкой, произвольную прямую, проходящую через точку пересечения двух данных прямых, если эта точка недоступна.

Пусть даны прямые AB и CD , точка пересечения которых недоступна (рис. 1). Используем для решения задача гармоническую четверку точек.

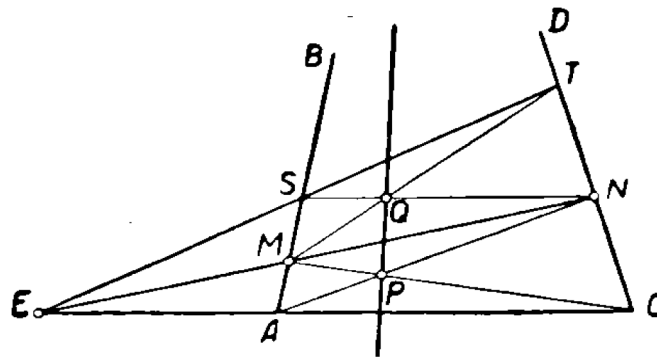


Рис. 1.

Для этого проведем прямую AC и на ней выберем произвольную точку E . Через точку E проведем произвольную прямую EMN . Построим точку P пересечения прямых AN и MC . Проведем из E произвольную прямую EST . Посмотрим точку Q пересечения прямых MT и NS . Прямая PQ пройдет через недоступную точку.

Доказательство проводится с помощью следствия из теорем Червы и Меленая. Действительно, пусть X — недоступная точка пересечения прямых AB и CD . Тогда имеет две группы гармонических четверок прямых: XA, XC, XE, XP и XA, XC, XE, XQ . Отсюда следует, что прямые XP и XQ сливаются.

№ 2. — Провести, пользуясь одной линейкой, через данную точку прямую, проходящую через недоступную точку пересечения двух данных прямых.

Пусть M — данная точка (рис. 2), а точка пересечения прямых AB и CD недоступна. Проводим произвольную прямую AC , пересекающую две пересечет AC в точке E . четверка прямых XA, XC, XE и XM — гармоническая, где X — недоступная точка пересечения двух данных прямых. Проводим из точки E произвольную прямую EKL .

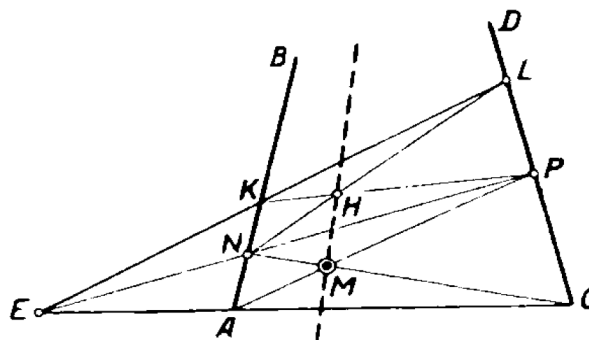


Рис. 2.

Прямые NL, PK определяют точку H . Четверка прямых XA, XC, XH — гармоническая и, следовательно, прямые XH и XM совпадают и прямая NM — искомая.

№ 3. — Через данную точку M провести прямую, параллельную двум данным прямым.

Эта задача — частный случай предыдущей, когда недоступная точка становится несобственной точкой.

№ 4. — недоступная прямая задана двумя точками. Провести две произвольным прямыми, пересекающимися на данной недоступной прямой.

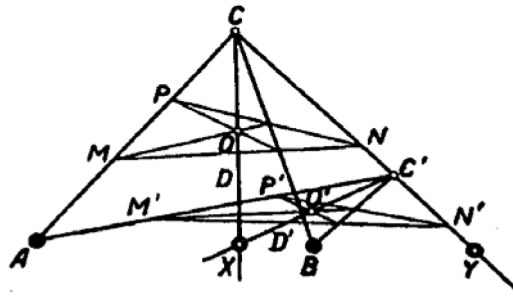


Рис. 3.

Пусть AB — недоступная прямая (рис. 3), выбрав произвольные точки C и C' вне прямой AB , проводим прямые CA , CB , $C'A$, $C'B$ и CC' .

Строим прямую CD , гармонически сопряженную прямой CC' относительно пары CA и CB . Далее строим прямую $C'D'$, гармонически сопряженную CC' относительно пары $C'A$ и $C'B$. Точка пересечения X прямых CD и $C'D'$ лежит на недоступной прямой AB .

Действительно, пересечем гармоническую четверку CA , CB , CD , CC' прямой AB . Точки A , B , Y и X — соответственные точки пересечения. Пересечем гармоническую четверку $C'A$, $C'B$, $C'D'$, CC' прямой AB . Точки A , B , Y , X — соответственные точки пересечения. Следовательно, точки X и X совпадают.

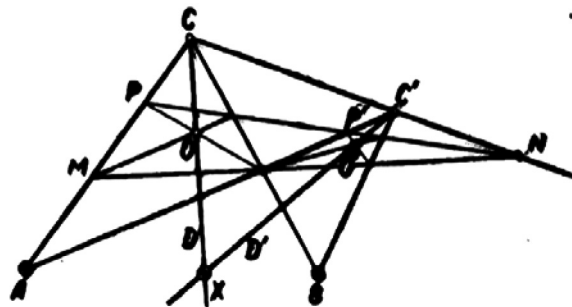


Рис. 4.

На рис. 4 эта же задача решена несколько проще. Число проведенных прямых меньше, чем на чертеже 3, так как для построения прямых CD и $C'D'$ используются две прямые MN и NP , тогда как на чертеже 3 для построения CD проводятся прямые MN и NP , а для построения прямой $C'D'$ — прямые $M'N'$ и $N'P'$.

№ 5. — недоступная прямая задана двумя своими точками. Найти точку пересечения недоступной прямой с данной прямой.

Пусть AB (рис. 5) — недоступная прямая, заданная двумя своими точками A и B , EF — данная прямая. Требуется найти точку пересечения этих прямых, пользуясь одной линейкой. Искомая точка пересечения X будет определена, если будет указана еще одна прямая, проходящая через эту точку.

Строим прямую CD , гармонически сопряженную CF относительно пары CA и CB . На прямой CD выбираем произвольную точку C' и строим $C'D'$ гармонически сопряженную CD относительно пары $C'A$ и $C'B$. Прямые CF и $C'D'$ пересекаются в точке X на прямой AB .

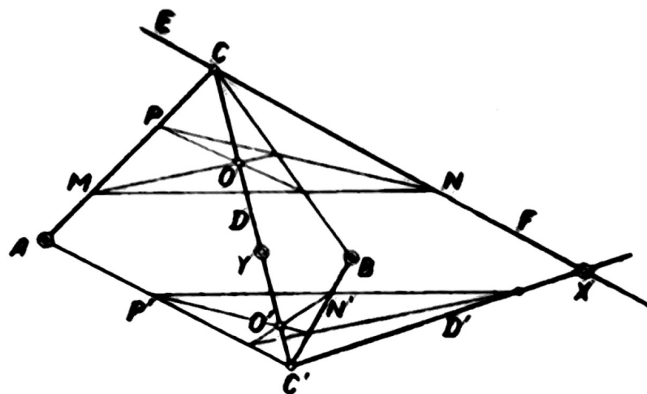


Рис. 5.

Литература:

1. И. Александров. Методы решений геометрических задач на построение, изд. 17-, 1937.
2. О. Вольберг. Основные идеи проективной геометрии ОНТИ, 1935.
3. А. М. Воноцен. Геометрия циркуля. ОНТИ, 1934.

Основы моделирования прогноза показателей

Матвеева Нюргюяна Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент, научный руководитель;
 Неустроева Валентина Ивановна, магистрант
 Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова (г. Якутск)

В статье рассматриваются основы моделирования прогноза показателей. Рассмотрены временные ряды, как основа прогноза различных явлений, так как действующие факторы влияли в прошлом, продолжают действовать в настоящем, и ожидается, что они будут действовать схожим образом и в недалеком будущем.

Ключевые слова: прогнозирование, моделирование, временные ряды, доверительный интервал, стохастическая зависимость

Временной ряд представляет собой последовательность значений, которые характеризуют изменение некоторого показателя во времени.

Основной целью анализа временных рядов являются оценка и вычленение влияющих факторов по имеющимся данным о системе для прогнозирования ее поведения в будущем и выработки рациональных управленческих решений.

Временной ряд является одним из видов парной стохастической зависимости, в которой независимая переменная — время.

Исчисление показателей для анализа динамики в экономике позволяет оценить по временным рядам следующие показатели:

1. Средний уровень. Он исчисляется из абсолютных уровней интервального или моментного временного ряда и называется средним хронологическим. И исчисляется по формуле:

$$X_{\text{ср}} = \frac{\frac{1}{2}x_1 + x_2 + \dots + \frac{1}{2}x_n}{n-1}, \quad (1)$$

2. Расчет темпа роста используется для того, чтобы показать, во сколько раз один уровень больше другого. При анализе использован цепной темп роста, т. е. произведено сравнение каждого уровня с предыдущим.

3. Расчет абсолютного прироста могут исчисляться для каждого периода по отношению:
- к предыдущему периоду и характеризовать, например ежегодные абсолютные приросты;
 - к начальному периоду и отражать накопленные абсолютные приросты.

4. Расчет темпов прироста состоит в том, что абсолютный прирост делится на величину предыдущего (или начального) уровня, и выражается в процентах. Темп прироста характеризует, на сколько процентов увеличился рассматриваемый показатель за текущий период.

5. Абсолютное значение одного процента прироста равно частному от деления абсолютного прироста на темп прироста и характеризует весомость одного процента в единицах уровня.

6. Определение среднего темпа позволяет оценить интенсивность развития рассматриваемого явления за длительное время, которое характеризуется средним темпов. И вычисляется по формуле:

$$(Kp)_{\text{ср}} = \sqrt[n-1]{Kp_1 Kp_2 \dots Kp_n} = \sqrt[n-1]{\frac{X_2}{X_1} \frac{X_3}{X_2} \dots \frac{X_n}{X_{n-1}}} = \sqrt[n-1]{\frac{X_n}{X_1}}, \quad (2)$$

где $Kp_1 Kp_2 \dots Kp_n$ — коэффициенты темпа;

$Kp_{\text{ср}}$ — среднегодовой темп;

n — период.

7. Оценка среднего темпа прироста $T_{\text{ср}}$ выполняется по среднему темпу роста, выраженному в процентах, вычитанием 100% или по среднему коэффициенту роста:

$$T_{\text{ср}} = T_p - 100 = ((K_p)_{\text{ср}} - 1) * 100, \quad (3)$$

Основные задачи вычисления показателей временных рядов состоят в том, чтобы объективно охарактеризовать в развитии:

- направление и величину изменений от периода к периоду, т. е. от одной даты к другой дате;
- среднюю интенсивность процесса за исследуемые периоды;
- основную тенденцию динамики рассматриваемого процесса и возможность его прогнозирования.

Следующим этапом является сопоставление и анализ стохастически взаимосвязанных временных рядов и выполняется с помощью коэффициента опережения. Он показывает, во сколько раз один временной ряд растет быстрее другого, и определяется по отношению коэффициентов роста или темпов прироста двух рядов:

$$K_{\text{оп}} = \frac{K_p(>)}{K_p(<)} = \frac{T_p(>)}{T_p(<)}, \quad (4)$$

где $K_p(>)$ — больший коэффициент роста;

$K_p(<)$ — меньший коэффициент роста;

$T_p(>)$ — больший темп прироста;

$T_p(<)$ — меньший темп прироста.

В прогнозировании используется большое количество различных методов. В практике наибольший удельный вес имеют методы, основы которых составляют статистико-экономические зависимости или производственные функции. В различных областях знаний и практике методы прогнозирования, базирующиеся на производственных функциях, занимают около одной трети от числа всех используемых в этих целях методов.

Прогноз (y_p) в самом простейшем случае, когда средний уровень ряда не имеет тенденцию к отклонению, принимают равным:

$$y_p = \bar{y}, \quad (5)$$

Это и будет уровень точечного прогноза. Но здесь целесообразно рассчитать погрешность средней и ее доверительные интервалы. Поэтому можно записать:

$$\bar{y} - tm_{\bar{y}} \leq y_p \leq \bar{y} + tm_{\bar{y}}, \quad (6)$$

где t — табличное значение t -критерия Стьюдента при $n-1$ степенях свободы и p -м уровне вероятности;

$m_{\bar{y}}$ — средняя квадратическая ошибка средней.

Расчет средней квадратической ошибки $m_{\bar{y}}$ ведется по формуле:

$$m_{\bar{y}} = \sigma_y / \sqrt{n}, \quad (7)$$

где σ_y — среднее квадратическое отклонение, которое равно:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n-1}}, \quad (8)$$

Это и есть доверительный интервал в случае, когда предполагается, что уровень прогнозируемого показателя будет равен средней. Разумеется, такой краткосрочный прогноз возможен лишь при условии, что исследуемый ряд близок к стационарному.

Литература:

1. Гиляровская, Л. Т. Экономический анализ: Учебник для вузов [Текст] / Л. Т. Гиляровская. — М.: Юнити-Дана, 2006. — 615 с.
2. Гришин, А. Ф. Статистические модели в экономике [Текст] / А. Ф. Гришин, С. Ф. Котов-Дарти, В. Н. Ягунов. — Ростов н/Д.: Феникс, 2005. — 344 с.
3. Решение оптимизационных задач в экономике [Текст] / А. В. Каплан [и др.]. — Ростов н/Д.: Феникс, 2007. — 541 с.

Формы и методы использования истории математики на уроках и факультативных занятиях

Никитина Ольга Анатольевна, студент
Оренбургский государственный педагогический университет

Вопрос об использовании элементов истории в преподавании математики не нов. Даже в конце XIX века это обсуждалось на съездах учителей математики. Ему были посвящены специальные работы российских и зарубежных ученых и методистов.

Из анализа школьных учебников по математике и учебной методической литературе следует, что современные учащиеся имеют возможность познакомиться с историей появления основных математических понятий, с жизнью и работами великих ученых-математиков.

Тем не менее, выпускники школ с трудом понимают, что математика как наука — постоянно развивающаяся сфера человеческой деятельности, что она тесно связана с практикой и с другими науками.

В этой связи очень важно организовать учебный процесс, чтобы учащиеся, получив знания, имели возможность стать свидетелями и соучастниками рождения и развития многих математических концепций и идей, увидеть различные связи математики и рассматривать эту науку как феномен всеобщей человеческой культуры.

Для этого необходимо провести продуманное плановое использование учителем фактов из истории науки и их тесное взаимодействие с систематическим представлением программных материалов.

Знакомство учащихся с историей математики должно проводиться как на уроках, так и во внеучебных мероприятиях. Ключом к успеху является умелое использование элементов истории математики таким образом, чтобы они органически сливались с представленным фактическим материалом. Если мы начнем эту работу с 6-го класса и продолжим проводить ее систематически, то со временем исторический элемент станет необходимой частью урока для самих учеников.

Сообщение сведений об истории математики в школе должна использоваться в форме систематических знаний. Исторические факты служат средством обогащения содержания школьного курса и положительно влияют на возникновение и развитие интереса к предмету. При правильной формулировке дела информация из истории науки может сыграть важную положительную воспитательную роль. Во-первых, с их помощью можно показать, что наука возникает и развивается под влиянием практической деятельности человека. Во-вторых, жизнь и работа многих математиков могут служить примером бескорыстного служения их делу, любви к Родине и содействия воспитанию этих качеств у школьников. В-третьих, рассказы о роли отечественных математиков в развитии науки служат основой для обучения студентов о чувствах национальной гордости и рассказов о зарубежных мате-

матиках — для укрепления уважения к людям из других стран.

Информация об истории математики сообщается либо в виде кратких фактов (например, тех сносок, которые помещаются на страницах в учебнике после изучения каждой главы), либо в виде исторических ссылок, сообщение которых на этом уроке может быть затрачено 5–10 минут. Более подробные обобщения истории (15–20 минут) допускаются на заключительных уроках, когда изучение материала программы завершается, оценки подвергаются.

Экскурсии в историческое прошлое оживляют урок, дают разрядку психического стресса, повышают интерес к изучаемому материалу и способствуют его устойчивой ассимиляции.

Основной формой введения исторического материала является представление исторической информации на уроке. Затраты нескольких минут урока по историческим отступлениям окупается увеличением интереса к науке, отражающим отдельные факты. Независимо от формы передачи исторической информации (короткая беседа, экскурсия, лаконичная ссылка) используемое время не может считаться потерянным напрасно, если учителю удалось представить исторический факт в тесной связи с теоретическим материалом, изученным на уроке.

Использование элементов истории математики на уроках обобщения пройденного материала, способствует повышению интереса учащихся к таким урокам.

Чтобы избежать перенасыщения информацией, достаточно ограничить исходную информацию из истории математики, связанной с программным материалом. На первый взгляд кажется трудным найти в уроке время, необходимое для знакомства с историческим материалом. Вопрос о формах использования элементов истории математики в уроках почти полностью подчинен главному вопросу — связи математики, изученной в школе, с историей науки.

На уроках вы можете вести беседы с историческим содержанием, которое будет использоваться вместе с изучением материалов программы. В среднем на каждые шесть уроков есть один разговор. Разговоры не должны проводиться на каждом уроке, так как материал может казаться чрезмерным и утомительным. Термин «разговор» следует понимать как сообщение, нечто вроде фактов из истории математики, которые могут быть представлены студентам в виде истории, сопровождаемой исторической ссылкой.

Ознакомление с элементами истории развития математики может быть осуществлено:

1) включением в объяснение нового материала отдельных элементов из истории развития математики;

2) проведением разнообразной внеклассной работы.

Исторический материал можно использовать на любом этапе урока. Иногда полезно дать эту информацию, прежде чем объяснять новый материал, иногда органически связывать его с определенными вопросами темы урока, а иногда и дать как обобщение или краткое изложение изучения какого-либо раздела, темы математического курса.

В первом случае историческая информация поможет лучше мотивировать влияние новой темы и нового раздела, что вызовет у учащихся интерес к их изучению.

Однако для того, чтобы сделать более глубокие обобщения и выводы мировоззренческого характера, следует сообщать историческую информацию при фиксации или повторении предмета или главы.

В то же время можно выделить этапы исторического развития теории и сообщить информацию о работах и деятельности ученых, которые сделали первые шаги в развитии теории и тех, кто, обобщив работу своих предшественников, создали эту теорию. При обмене историческими материалами также можно использовать подход к проблеме. Объяснение нового материала может начаться с формулировки проблемы, которая логически вытекает из предыдущей и приводит к необходимости более высокой стадии познания. Такой подход к получению исторического материала вызывает большой интерес учащихся к математике.

В ходе урока сами учащиеся могут участвовать в передаче биографических данных и творческой деятельности конкретного ученого. Опыт показывает, что даже те, кто не особенно интересуется математикой, с удовольствием берутся за подготовку сообщений на исторические темы.

Чтобы приучить учащихся к независимости, материал сообщений должен постепенно усложняться. Итак, сначала ученику может быть предложен готовый речевой текст, тогда вы можете называть его предметом сообщения и рекомендованной литературы со страницами в нем, чтобы он мог сам написать текст. После того, как учитель проверит составленный текст, ученик может выступить с подготовленным сообщением в классе.

При выборе исторического материала необходимо следовать программе по математике. Выбранный материал

должен отражать базовые знания о развитии математики как науки. При представлении исторического материала необходимо учитывать возраст учащихся, уровень развития их мышления и подготовку к восприятию представленных знаний.

Исторический материал не следует пересказывать, а умело вплетать в программный материал и использовать его в воспитательных и образовательных целях. Исторический материал, используемый на уроках, не должен быть большим по объёму, чтобы не превращать уроки математики в уроки истории.

Отбирая для урока биографические данные учёного, целесообразно придерживаться следующих положений:

- определить место, объём и содержание вклада учёного в развитие науки;
- охарактеризовать эпоху, в которой он жил и работал, чтобы представить ученикам трудности и препятствия, которые возникали на его пути;
- показать связь между работой ученого и трудами его предшественников и важность его научного наследия для дальнейшего развития науки;
- продумать возможность использования сведений из биографии учёного для воспитания у школьников активной жизненной позиции.

Самая сложная задача — собрать краткие исторические ссылки. Они должны вызывать интерес у школьников и служить образовательным целям, но они должны быть крайне короткими.

Внеклассная работа предоставляет большие возможности для ознакомления учащихся с историей развития планиметрии. Формы внеклассной работы могут быть очень разными: занятия под руководством учителя по решению исторических задач, заслушивание докладов, как самих учащихся, так и учителя, математические вечера и викторины, выпуск стенных газет, ведение исторического календаря, регулярные передачи исторического материала через школьный радиозузел, вывешивание списков литературы по истории планиметрии и аннотирование её и т. д.

Систематическое проведение различных форм внеклассной работы по предмету позволяет каждому школьнику найти занятие по интересам и склонностям.

Генетический алгоритм для нахождения коэффициентов аппроксимации функции в контактных задачах для цилиндра

Пожарский Дмитрий Александрович, доктор физико-математических наук, профессор;

Золотов Никита Борисович, студент;

Семенов Иван Евгеньевич, студент

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

В ходе работы была рассмотрена контактная задача кручения полого линейно-упругого цилиндра в цилиндрических координатах. Рассмотрим цилиндр, внутренний радиус которого равен R , а внешний R_1 . Внешняя поверхность цилиндра жестко закреплена. Внутри цилиндра помещен жесткий цилиндрический вкладыш длины $2a$, к которому приложен крутящий момент M . Под действием этого момента упругий материал цилиндра в области контакта испытывает

угловое перемещение $\varphi = -\varepsilon$. Материал цилиндра характеризуется модулем сдвига G . При заданных величинах R, R_1, a, ε требуется определить контактное напряжение $p(z)$ в области контакта. Затем может быть определен момент M . При помощи интегрального преобразования Фурье задача сводится к следующему интегральному уравнению

$$\int_{-a}^a p(z) K\left(\frac{x-z}{R}\right) dz = \pi G \varepsilon, \quad K(t) = \int_0^\infty L(u) \cos ut du, \quad (1)$$

где символ ядра имеет вид

$$L(u) = \frac{1 - \omega^{-1}(u)\omega(\alpha u)}{uK_1^{-1}(u)[K_0(u) + I_0(u)\omega(\alpha u)] + 2[1 - \omega^{-1}(u)\omega(\alpha u)]}, \quad (2)$$

$$\omega(u) = \frac{K_1(u)}{I_1(u)}, \quad \alpha = \frac{R_1}{R} > 1.$$

Здесь $I_n(u), K_n(u)$ — модифицированные функции Бесселя [10]. Безразмерный параметр α характеризует толщину стенок цилиндра. При $\alpha \rightarrow \infty$ функция $L(u)$ вида (2) стремится к функции

$$L_0(u) = \frac{1}{uK_1^{-1}(u)K_0(u) + 2}, \quad (3)$$

соответствующей случаю кручения пространства с цилиндрической шахтой.

Ранее было установлено, что при $\alpha > 3$ и $u \geq 0$ функция $L_0(u)$ вида (3) достаточно хорошо аппроксимирует функцию $L(u)$ и было получено полное решение уравнения (1) с символом ядра (3) [3]. Отметим, что наибольшее отличие этих функций наблюдается в нуле, где

$$L(0) = A = \frac{1}{2} - \frac{1}{2\alpha^2}, \quad L_0(0) = \frac{1}{2}. \quad (4)$$

В бесконечности функция (2) имеет асимптотику:

$$L(u) = \frac{1}{u} - \frac{3}{2u^2} + o\left(\frac{1}{u^2}\right), \quad u \rightarrow +\infty. \quad (5)$$

Асимптотическое решение. Введем безразмерные обозначения

$$z' = \frac{z}{a}, \quad x' = \frac{x}{a}, \quad p'(z') = \frac{p(z)}{G}, \quad \varepsilon' = \frac{\varepsilon}{a}, \quad \lambda = \frac{R}{a}. \quad (6)$$

Штрихи далее будем опускать. Параметр λ характеризует относительную ширину области контакта. В обозначениях (6) уравнение (1) примет вид

$$\int_{-1}^1 p(z) K\left(\frac{x-z}{\lambda}\right) dz = \pi \varepsilon. \quad (7)$$

Для решения уравнения (7) применим сингулярный асимптотический метод [5,6], эффективный при достаточно малых значениях λ . Метод основан на сведении уравнения (7) к интегральному уравнению Винера–Хопфа, при решении которого используем аппроксимацию

$$L(u) \approx L_*(u) = \frac{\sqrt{u^2 + B^2}}{u^2 + C^2} \exp\left(-\frac{3}{2\sqrt{u^2 + E^2}}\right) \frac{u^2 + A_0^2 G^2}{u^2 + G^2}, \quad (8)$$

при условиях

$$\frac{B}{C^2} \exp\left(-\frac{3}{2E}\right) A_0^2 = A, \quad E = 10. \quad (9)$$

Аппроксимация (8), (9) учитывает поведение $L(u)$ в нуле и бесконечности, см. формулы (4), (5). Кроме того, функция (8) легко факторизуема.

Для нахождения коэффициентов аппроксимации минимизируется невязка аппроксимации $L^*(u)$ содержащая подгоночные коэффициенты B, A, G_1, \dots, G_M , заданная на множестве функции $L(u)$. Невязка определяется в соответствии с формулой $\theta = \left| \frac{L^*(u) - L(u)}{L(u)} \right|$.

Таким образом, необходимо найти значения коэффициентов B, A, G_1, \dots, G_M , при которых θ будет наименьшей.

Практически всегда оптимизируемая функция обладает каким-либо свойством: алгоритмическое задание, сложная конфигурация допустимой области, наличие нескольких типов переменных. Это приводит к необходимости применения специализированных методов, к которым и относятся генетические алгоритмы, хорошо зарекомендовавшие себя в ситуациях, когда применение стандартных методов оптимизации крайне затруднено.

Литература:

1. Л. Галин. Развитие теории контактных задач в СССР. —; 1976. — 496 с.
2. Гладков, Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Генетические алгоритмы. —: Физматлит, 2006. — 2006. с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Интенсификация добычи нефти из заглинизированных пластов

Абубакиров Ильнар Фаргатович
Тюменский индустриальный университет

Работа посвящена изучению процессов, протекающих в призабойной зоне неоднородных заглинизированных пластов и разработке способов направленных на решение проблемы улучшения гидродинамической связи между скважиной и неоднородным пластом с целью интенсификации добычи нефти при воздействии на составляющие горной породы разглинизирующими реагентами. Технология основана на разрушительном действии на кольматант и разглинизирующем действии на составляющие горной породы ряда химических реагентов относимых к классу окислителей.

Ключевые слова: *реагент, кольматант, интенсификация, очистка призабойной зоны пласта, продуктивность, глины, поровое пространство, горная порода, технология, гидродинамическая связь*

Intensification of oil recovery seal off

Keywords: *agent, colmatant, intensification, cleaning the bottomhole formation zone, productivity, clay, pore space, rock, technology, hydrodynamic connection*

В настоящее время на многих нефтяных, газовых месторождениях и подземных хранилищах газа вскрытие пласта-коллектора, перфорация обсадных колонн, сооружение гравийных фильтров, капитальный ремонт скважин производится с применением глинистых, малоглинистых, полимерно-глинистых и других растворов на водной основе, которые существенно снижают проницаемость призабойной зоны пласта в результате ее кольматации твердой фазой промывочной жидкости и ее фильтратом.

Средняя проницаемость системы «пласт — призабойная зона» определяется в основном проницаемостью призабойной зоны. Ухудшение проницаемости в призабойной зоне приводит к значительному снижению продуктивности скважин.

Известно, что в результате кольматации пласта — коллектора продуктивность скважин снижается в несколько раз, а в ряде случаев их эксплуатация становится не экономичной.

В результате ухудшения продуктивности пластов скважины вводятся в эксплуатацию с дебитами ниже планируемых и для достижения проектной добычи нефти и газа приходится бурить значительное число дополнительных скважин.

Для обеспечения эффективной работы скважин необходимо осуществлять мероприятия, направленные на очистку призабойной зоны от глинистого кольматанта. Применяемые глиноокислотные и солянокислотные обработки являются недостаточно эффективными и имеют ряд недостатков.

В этой связи работа посвящена актуальной проблеме повышения продуктивности скважин с использованием реагентных методов очистки призабойной зоны от глинистого кольматанта.

Реагентная разглинизация относится к физико-химическим методам воздействия. Она позволяет переводить глинистые минералы в тонкодисперсное состояние с последующим растворением и удалением их из коллектора, восстанавливая его первоначальную проницаемость. Разработаны и прошли испытания в лабораторных и промышленных условиях рецептуры используемых химических реагентов. Реагентная разглинизация, в качестве элемента комплексной технологии, используется с целью устранения кольматации коллектора и поверхности перфорационных каналов. Таким способом достигается надежная гидродинамическая связь пласта со скважиной.

Заключение

Одним из наиболее значимых факторов, вносящих свой вклад в ухудшение продуктивности скважины, является присутствие частиц глинистых минералов в поровом пространстве горной породы в области ПЗП. По результатам исследования отечественного и зарубежного опыта применения методов реагентной разглинизации, видно, что многие авторы считают весьма перспективной задачей рассмотрение условий применения реагентов, обладающих сильными окислительными свойствами.

Для уменьшения потерь давления на преодоление фильтрационных сопротивлений глинистыми минералами целесообразно провести очистку призабойной зоны (ОПЗ). Один из самых эффективных методов ОПЗ на терригенных коллекторах — реагентная разглинизация, в результате которой кольматирующие пласт глинистые образования различного минералогического состава переходят (при взаимодействии с химическими реагентами) в тонко-

дисперсное состояние с последующим их растворением и удалением из ПЗП.

Анализ значений скин-фактора и сопоставление значений коэффициента проницаемости пласта и зоны, прилегающей к скважине, показали: включение реагентной ОПЗ в технологию вторичного вскрытия позволяет, в большинстве случаев, устранить дополнительные фильтрационные сопротивления и получить скважины, по гидродинамическим показателям близкие к совершенным по характеру вскрытия. Более того, технология ОПЗ применима и для нагнетательных скважин — во всех случаях после очистки ПЗП достигнута приемистость, соответствующая свойствам пласта. Из других плюсов метода — экологическая безопасность и отсутствие риска обводнения продукции добывающих скважин.

Варианты реагентной разглинизации, как показывает практика, весьма эффективны во многих «сложных случаях», когда стандартные методы освоения практически не дают результата.

Литература:

1. Абдуллин, Ф. С., Лебедева М. Н. Влияние воды с различными добавками на набухание глинистых частиц низкопроницаемых коллекторов. «Газовая промышленность», 1965 — № 9. — с. 11–14.
2. Ганиев, Т. И., Хисамиев Т. Р., Токарев М. А. Особенности методов воздействия на терригенные заглинизированные коллектора //Материалы 62-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. — Уфа: УГНТУ, 2011. — с. 301.
3. Токарев, М. А., Ованесов М. Г., Золоев О. Т. Влияние глинистости песчаного пласта на его коллекторские свойства и продуктивность //Геология нефти и газа. 1971. — № 1. — с. 33–35.
4. Токарев, М. А. Интенсификация разработки Северного и Южного месторождений с помощью метода реагентной разглинизации /М. А. Токарев, Т. Р.
5. Жигач, К. Ф., Яров А. Н. Об оценке набухаемости глин //Изв. ВУЗ, Нефть и газ, 1959.-№ 10. — с. 13–18.
6. Гольдберг, В. М., Скворцов Н. П. Проницаемость и фильтрация в глинах. М.: Недра, 1986. — 160 с.
7. Городнов, В. Д., Тесленко В. Н., Колесников П. И. Исследование глин и новые рецептуры глинистых растворов. М.: Недра, 1971. — 198 с.

Дефектоскоп с функцией онлайн определения допустимой нагрузки на участок рельса

Арутюнов Юрий Артемович, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник
Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий
Федерального медико-биологического агентства (г. Москва)

Кирсанов Павел Эдуардович, студент
Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II (г. Москва)

Кошкин Дмитрий Александрович, ведущий специалист
ООО «Сибирская Интернет Компания» (г. Москва)

Овечников Евгений Константинович, инженер 1 категории
ООО «Прогрестех» (г. Москва)

Чащин Евгений Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой
Ковровская государственная технологическая академия имени В. А. Дегтярева (г. Ковров)

В статье рассматривается дистанционная измерительная система определения допустимой нагрузки на участок рельса, предназначенная для онлайн диагностики и мониторинга состояния ответственных эле-

ментов железнодорожного пути в режиме реального времени. Показано, что организация работы дефектоскопа в режиме реального времени позволит существенно улучшить качество контроля железнодорожного пути за счет сокращения времени сообщения информации о степени нагрузки на участок рельса.

Ключевые слова: система диагностики, мониторинг, путевого датчик, дефект, железнодорожный путь

Известно, что процессы образования и роста дефектов железнодорожной колеи 1520 мм ставят под угрозу возможность безаварийной эксплуатации подвижного состава [1], так как не соответствие требованиям ГОСТ Р 55050–2012 при обеспечении безопасности движения составов со скоростями до 250 км/час, приносит не только огромный экономический ущерб. Это делает актуальным выполнение экспериментальных и экспериментально-расчетных работ, направленных на своевременное обнаружение заводских и усталостных дефектов в ответственных элементах железнодорожного пути и стрелочных переводов.

Одним из современных методов оценки и функционального контроля за состоянием элементов железнодорожного пути является онлайн мониторинго-компьютерный контроль над функциональным состоянием рельс [2]. Мониторно-компьютерный контроль позволяет увеличить количество обнаруженных на ранней стадии отклонений в рельсах и снижение частоты несчастных случаев на железных дорогах путем своевременной замены рельса. Объектом исследования является дефектоскоп с функцией определения оптимальной нагрузки на участок рельса в режиме on-line. В соответствии с целью рассмотрена возможность компьютеризации проведения ультразвуковой дефектоскопии рельс в ОАО «РЖД» и составление в соответствии с известными рекомендациями [3] бизнес плана инновационного проекта.

Железнодорожный транспорт является крупнейшей отраслью народного хозяйства, мощность которого определяет пропускная и провозная способность дороги. Эти показатели определяются пассажирскими и грузовыми потоками. Для увеличения объемов грузовых перевозок необходима надежная и бесперебойная работа железнодорожного пути. Но при непрерывной эксплуатации верхнее строение пути приходит в негодность. Рельсы в пути постоянно работают на сопротивление силам, возникающим от движущихся колес поездов и на темпера-

турные напряжения. В результате рельсы подвергаются излому. Развитие средств и технологии неразрушающего контроля рельсов за последние годы привело к существенному сокращению количества изломов рельсов на сети дорог ОАО «РЖД» (число изломов не превышало 60 случаев в год) [4]. Это свидетельствует о высоком техническом и организационном уровне неразрушающего контроля рельсов на магистралях. Тем не менее, в условиях роста скоростей движения поездов и объемов перевозок задача минимизации и предотвращения изломов рельсов по-прежнему остается актуальной [4].

По результатам последних статистических данных Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД» была получена диаграмма с наиболее проблемными случаями изломов рельсов (рис. 1) [4].

Изломы по сварке, очевидно, вызваны как наличием непроваров и дефектов в сварных соединениях, так и так и устаревшими технологиями контроля, не позволяющими выполнять своевременную дефектацию на этапе возникновения и роста усталостной трещины [5, 6]. Последнее становится особенно актуальным в связи с активным внедрением новых технологий сварки алюминотермитным способом (АЛТС) и отсутствием эффективно действующих способов и средств контроля зоны АЛТС [7]. В то же время, до настоящего времени зона сварного стыка проверяется вручную по всему периметру рельсов и является наиболее трудоемкой операцией в процессе НК рельсов [8].

В процессе эксплуатации на многих сварных стыках появляются неровности на поверхности катания кода 46.3 (смятие головки из-за неравномерности механических свойств металла в месте сварного стыка). С развитием скоростного и высокоскоростного движения поездов эти дефекты будут являться проблемными с точки зрения комфортности перевозки пассажиров и зарождения дефектов рельсов.

По заданию Департамента пути и сооружений и Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД» за по-

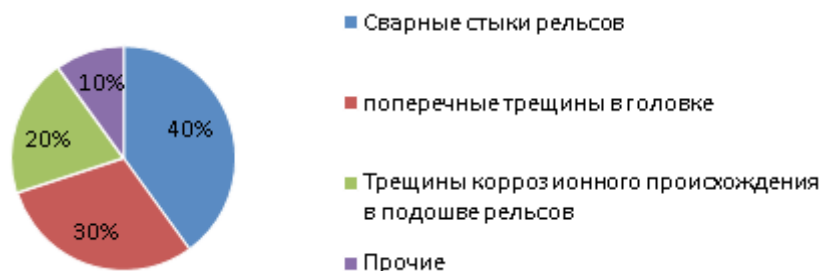


Рис. 1. Дефекты рельс

следние годы сделано немало для устранения указанных негативных тенденций. На многих рельсосварочных предприятиях (РСП) внедрен приемочный контроль сварных стыков с обязательной регистрацией сигналов на повышенной чувствительности (на уровне структурных шумов) с помощью УЗ дефектоскопов АВИКОН-02Р (ПК). Входной контроль старогодних рельсов осуществляется с помощью ультразвуковых дефектоскопов АВИКОН-11РСП/ВС. На стадии разработки и опытной эксплуатации находится установка АВТОКОН-С, позволяющая комплексно осуществлять контроль зоны сварного стыка: УЗ дефектоскопия по всему сечению рельсов, измерение геометрических неровностей стыка и твердости металла [4]. Для повышения качества контроля сварных стыков в пути разработана механизированная установка МИГ-УКСМ, позволяющая повысить производительность контроля (3 мин. на стык), получить документ контроля по 80 каналам и фиксировать GPS-координату сварного стыка. С помощью установок МИГ-УКСМ в Октябрьской ДИЦДМ в 2014 г. проверено более 25 тыс. сварных стыков [1]. Однако необходимо найти оптимальные условия, при которых применение МИГ-УКСМ является оправданным и эффективным. Действительно, из-за неработоспособности УЗ методов контроля в условиях низких температур (ниже -30°C) остается нерешенной задача диагностики рельсов в этих условиях. В литературе [4] встречается мнение, что единственно эффективным методом в этих условиях является магнитодинамический метод НК. Возможности магнитного метода на сегодняшний день полностью не исчерпаны.

Результаты известных исследований [4] показывают, что, кроме надежного обнаружения дефектов в головке рельсов, метод позволяет реализовать ряд эффективных способов: контроля сварных стыков рельсов с составлением «паспорта» стыка; мониторинга температурного изменения рельсовой плети (при установке специальных феррозондовых меток), осуществлять измерение скорости подвижной единицы (вагона-дефектоскопа) корреляционными методами. Метод может также применяться для локализации участков рельсов, поверхность катания которых повреждена микротрещинами (дефекты типа НС). Кроме того, положительной характеристикой метода является высокая скорость контроля (до 100 км/ч).

В реальных условиях эксплуатации рельсового пути не всегда возможен стабильный ввод УЗ колебаний в металл рельсов. Это связано как со значительным износом головки рельсов, так и с наличием пробуксовок, расслоений и выкрашиваний на поверхности катания. В этих условиях может быть эффективным применение систем ввода УЗ колебаний через упругий протектор — так называемых ультразвуковых колес, широко применяемых на зарубежных железных дорогах. Первый опыт эксплуатации систем с УЗ колесами (дефектоскоп АВИКОН-14) показывает хорошие результаты, обнаруживая в 2 раза больше дефектов, чем в традиционных системах скольжения при одновременном сокращении расхода контак-

тирующей жидкости на 30%. Кроме того, возможна реализация новых схем прозвучивания, недоступных для искательных систем скольжения [4].

Не каждый дефект, обнаруженный даже в головке рельсов, является потенциально опасным и требует немедленного изъятия из пути. Ряд поверхностных и подповерхностных дефектов не представляет непосредственной угрозы движению поездов. Однако под указанными повреждениями могут развиваться опасные поперечные трещины, требующие немедленного изъятия. До недавнего времени отсутствовали методы и средства оценки реальных размеров и конфигурации дефектов в головке рельсов. Эта задача решена и реализована в первых образцах дефектоскопа АВИКОН-17. Прибор позволяет не только измерять размеры дефектов, но и «заглянуть» под поверхностное расслоение головки и своевременно локализовать опасную трещину, угрожающую движению поездов. Знание реальных размеров внутренних дефектов в головке позволяет оценить продолжительность возможной эксплуатации дефектного рельса для планирования сроков его замены и минимизации влияния на перевозочный процесс. Изломы рельсов по дефектам коррозионно-усталостного происхождения в подошве (код 69) являются одной из главных проблем при эксплуатации рельсов в зимних условиях.

Современные средства дефектоскопии рельсов способны выявлять только поперечно ориентированные трещины подошвы высотой более 7 мм, расположенные в проекции шейки. Отсутствуют технологии и средства, позволяющие обнаруживать дефекты в перьях подошвы. Практически единственным средством, осуществляющим контроль перьев подошвы, является установка входного контроля рельсов АВИКОН-11РСП/ВС, внедренная на ряде рельсосварочных предприятий (РСП). По этим причинам значительный процент дефектов 69 не выявляется и приводит к 20% изломам рельсов.

С постоянным изменением эксплуатационных условий технологические процессы, используемые для ремонта и содержания пути, мало корректируются. Поэтому необходим пересмотр старых, разработка и внедрение новых высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, которые позволили бы в ближайшее время восстановить максимальную производительность труда и получить экономический эффект от применяемых ремонтных работ на железных дорогах. [9, 10]

Рассмотрим возможность внедрения дефектоскопа, работающего в режиме on-line на рынок. Изломы рельсов остаются одной из основных причин катастроф на железнодорожном транспорте и уменьшение их является приоритетным направлением для инновационных компаний, ведущих активный поиск улучшения средств и методов выявления дефектов. Рельсовая дефектоскопия является единственным и самым эффективным способом борьбы с изломами рельс. Существует служба рельсовой дефектоскопии, которая обучает персонал анализировать графики ультразвукового контроля. Однако до половины железнодорожных аварий происходит из-за халатности путейских

рабочих. В литературе [4] приводится статистика, которая неумолимо свидетельствует: только в прошлом году из-за различных дефектов пути произошло 4 крушения, 38 сходов поездов с рельсов (около 40% от всех сходов по сети) и 195 изломов рельсов под поездами.

Выпуск дефектоскопа, работающего on-line существенно улучшит качество контроля железнодорожного пути. Преимущество заключается в том, что технология позволяет сократить время сообщения информации о степени нагрузки на участок рельса за счет мониторно-компьютерного контроля, что позволяет сократить штат рабочих. Поэтому проект является актуальным.

Одним из обязательных требований при составлении проекта является разработка структуры декомпозиции работ (WBS — work breakdown structure). Разработка WBS имеет две основные цели [12]:

1. обеспечение планирования всех необходимых работ проекта;
2. обеспечение отсутствия работ, не связанных с реализацией проекта.

При использовании существующих компонентов, элементы WBS составляются из элементов предыдущих проектов — аналогов или из стандартных шаблонов проектов, применяемых в данной организации, на основе удачных или типовых решений по аналогичным проектам. Для начала необходимо разбить проект на несколько этапов. План разработки и внедрения дефектоскопа, работающего в режиме on-line делится на следующие этапы (табл. 1), включающие в себя аналитическую работу по проекту, создание программного обеспечения (ПО), апробацию и внедрение в эксплуатацию аппаратно-программного комплекса.

Таблица 1. План-график выполнения работ

Наименование этапа работы	Срок	Стоимость, тыс. руб.
Аналитическая работа по проекту		
Анализ литературы	Январь	20
Маркетинговые исследования	Февраль	30
Разработка блок-схемы и алгоритма	Март	20
Формирование инвестиционной заявки	Апрель	20
Разработка ТЗ для программистов	Май	10
Работа программистов (создание ПО)		
Разработка -версии и ее апробация	Июнь	25
Разработка -версии и ее апробация	Июль	25
Разработка коммерческой версии ПО и ее апробация	Сентябрь	40
Апробация и внедрение в эксплуатацию аппаратно-программного комплекса		
Внедрение в эксплуатацию	Октябрь	30

Общая сумма затрат на выполнение проекта составляет 220 тыс. руб. при сроке выполнения 9 мес. При этом аналитическая работа по проекту включает в себя сбор литературы, маркетинговые исследования и др. Конечным этапом в работы программистов является разработка коммерческой версии ПО.

С помощью WBS определена структура содержания работ, предоставлены регулярные отчеты о состоянии проекта, за которое отвечает команда проекта. Разработка WBS является итерационным процессом разбиения проекта на составные элементы с выделением последующих уровней до тех пор, пока не будет достигнут уровень, обеспечивающий необходимую и достаточную детализацию информации для эффективного управления [11].

Рассмотрим метод критического пути как инструмент планирования расписания и управления сроками проекта. В основе метода лежит определение наиболее длительной последовательности задач от начала проекта до его окончания с учетом их взаимосвязи. Задачи, лежащие на критическом пути (критические задачи), имеют нулевой резерв времени выполнения, и, в случае изменения их длительности, изменяются сроки всего проекта. В связи с этим, при выполнении проекта критические за-

дачи требуют более тщательного контроля, в частности, своевременного выявления проблем и рисков, влияющих на сроки их выполнения и, следовательно, на сроки выполнения проекта в целом. В процессе выполнения проекта критический путь проекта может меняться, так как при изменении длительности задач некоторые из них могут оказаться на критическом пути. Длина критического пути данного проекта составляет 279 дней. Данный критический путь был выделен при помощи мастера диаграмм Ганта, а также приведены ресурсы проекта (табл. 2)

Оценка рисков проекта может быть качественной (описание возможных рисков, степень их опасности и предложение мер по их снижению), а также количественной, а именно анализ чувствительности и устойчивости, направленный на расчет изменений эффективности проекта, связанных с уменьшением или увеличением различных показателей. Перечень возможных рисков представлен в табл. 3.

Одним из главных рисков проекта мониторно-компьютерного контроля является его провал из-за нереализуемости проекта, а именно из-за отсутствия возможности быстрой передачи информации о дефекте. Чтобы это избежать необходимо дополнительно проработать идею проекта. Для этого необходимо привлечь дополнительных

Таблица 2. Ресурсы проекта

Название ресурса	Тип	Стандартная ставка
Руководители проекта	Трудовой	120000,00 руб./мес.
Инженер	Трудовой	70000,00 руб./мес.
Технолог	Трудовой	54000,00 руб./мес.
Рабочая бригада	Трудовой	40000,00 руб./мес.
Бухгалтер	Трудовой	60000,00 руб./мес.
Специалист отдела качества	Трудовой	60000,00 руб./мес.
HR-менеджер	Трудовой	45000,00 руб./мес.
Маркетолог	Трудовой	63000,00 руб./мес.
Помощник маркетолога	Трудовой	33000,00 руб./мес.
Программист	Трудовой	2150,00 руб./час

Таблица 3. Оценка рисков

Риск	Опасность	Как избежать
Нереализуемость идеи проекта	Высокая	Дополнительная проработка идеи проекта. Привлечение дополнительных специалистов в области разработки
Появление других технологий	Средняя	Внедрение гибких технологических схем производства, совершенствование функционирования маркетинговых отделов
Ошибка проектирования	Средняя	Создание проекта высококвалифицированными кадрами
Нехватка материалов	Низкая	Делать предзаказ сырья и материалов
Ошибка планирования	Низкая	Составление графика Ганта для наглядного отображения календарного плана с учетом внешних рисков

специалистов в области разработки. Наиболее рисковыми этапами являются разработка ПО и ее апробация.

Вторым риском является появление возможных конкурентов на рынке с более уникальной технологией. Внедрение гибких технологических схем производства, позволяющих оперативно адаптироваться к изменению ситуации на рынке поможет снизить влияние риска на проект. Также необходимо совершенствование функционирования маркетинговых отделов.

Следующим риском является ошибка в проектировании, которая может возникнуть при формировании конструкторской документации проекта, что может возникнуть по причине недостаточно квалифицированных кадров.

Также немаловажным риском является ошибка в планировании. Возможна в том случае, если не учтены внешние риски, например, риск плохой погоды или возможность ухудшения состояния здоровья члена проектной

группы. Нехватка материалов возможна из-за того, что заказ был произведен поздно, и поставщик не успевает к сроку реализации поставленной задачи либо произвести, либо доставить необходимые материалы.

Заключение.

Рельсовая дефектоскопия является единственным и самым эффективным способом борьбы с изломами рельс. Существует служба рельсовой дефектоскопии, которая обучает персонал анализировать графики ультразвукового контроля. Половина железнодорожных аварий происходит из-за халатности путейских рабочих. Выпуск дефектоскопа, работающего on-line существенно улучшит качество контроля железнодорожного пути. Преимущество заключается в том, что технология позволяет сократить время сообщения информации о степени нагрузки на участок рельса за счет мониторинга компьютерного контроля, что позволяет сократить штат рабочих.

Литература:

1. Гурвич, А. К. Дефектоскопия рельсов: Учеб. пособие. — М.: Транспорт, 1978. — 228 с.
2. Осадчий, Г. В., Лыков А. А. Система диагностики и удаленного мониторинга состояния железнодорожного пути // Открытое образование. — 2011. — № 2. — с. 221–224.
3. Гончаренко, Л. П., Арутюнов Ю. А. Инновационная политика. — М.: КНОРУС, 2012. — 352 с.
4. Актуальные проблемы дефектоскопии рельсов и пути их решения // портал компании ОАО «Радиоавионика». URL: http://www.radioavionica.ru/activities/sistemy-nerazrushayushchego-kontrolya/articles/files/razrab/st_2016_1.pdf (дата обращения: 10.06.2017)

5. Федин, А. В., Шилов И. В., Чашин Е. А. Режимы сварки алюминиевых сплавов комбинированным лазерным излучением для получения бездефектных соединений // XIII Бенардосовские чтения. Международная научно-техническая конференция. — Иваново: изд-во Ивановского гос. энерг. ун-та, 2006. — с. 223–224.
6. Чашин, Е. А., Федин А. В., Митрофанов А. А., Шилов И. В., Ершков М. Н. Особенности формирования сварных соединений легких и цветных сплавов, полученных при комбинированном лазерном воздействии // Теоретические и технологические аспекты разработки образцов и систем вооружения: Научно-технический сборник к 100-летию со дня рождения Д. Ф. Устинова. — Ковров: КГТА, 2008. — с. 76–86.
7. Дефектность стыков алюмотермитной сварки рельсов // СЦБИСТ. URL: <http://scbist.com/xx1/16346-04-2011-defektnost-stykov-alyumotermitnoi-svarki-relsov.html> (дата обращения: 10.06.2017).
8. Проблемы контроля сварных стыков рельсов // Предлагаемая оценка эффективности системы неразрушающего контроля рельсов 2011 г. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_16973773_91509988.pdf (дата обращения: 10.06.2017).
9. Арутюнов, Ю. А., Архипов И. П., Дробязко А. А., Глинских В. А., Зотова В. Б., Рудой А. А., Чашин Е. А. О прогнозировании создания и финансирование производства новой продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2017. — № 5. — с. 105–110.
10. Гурвич, А. К., Довнар Б. П., Козлов В. Б., Круг Г. А., Кузьмина Л. И., Матвеев А. Н. Неразрушающий контроль рельсов при их эксплуатации и ремонте. — М.: Транспорт, 1983. — 19 с.
11. Арутюнов, Ю. А., Киселева М. М. Истина в цене. Ценообразование на инновационную продукцию // Креативная экономика. — 2009. — № 9. — с. 109–115.
12. Структура декомпозиции работ // WorkBreakdownStructure. URL: <http://www.pmssoft.ru/news/articles-and-publications/copyfrom1506> (дата обращения: 10.06.2017).

Формирование системы технико-экономических показателей многоуровневых парковок и определение их значимости методом экспертного опроса

Габриелян Жирайр Спартакович, магистрант;

Пономарева Карина Юрьевна, магистрант

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Данная статья посвящена разработке системы показателей проектных решений при выборе вариантов строительства многоуровневых парковок. Рассмотрены и изучены основные параметры парковок, необходимые для сравнения и анализа инвесторов. В статье приведен результат экспертного опроса по данному вопросу.

Ключевые слова: многоуровневые парковки, экспертный опрос, проектные решения, технико-экономических показателей многоуровневых парковок

На сегодня разработано и применяется достаточно много видов паркингов и встает вопрос выбора оптимального проектного решения в каждом конкретном случае. При принятии решения инвестору необходимо учитывать комплекс экономических, технических, эстетических, эксплуатационных показателей, а также учет ряда факторов: вместимость, этажность, объемно планировочное решение и архитектурное решение. Мной принята попытка разработать методику, позволяющую на основании системы показателей [1] оценить проектные решения и выбрать оптимальный вариант парковки.

Проведенный авторами анализ специальной литературы [2, 3, 4] позволил составить перечень показателей, характеризующих проектные решения. Показатели сгруппированы в 4 блока:

— «экономические характеристики» (стоимость и рентабельность строительства, стоимость машино-места, срок окупаемости проекта, затраты на эксплуатацию);

— «эксплуатационные характеристики» (доступность, время парковки, возможность получить дополнительные услуги, качество охраны, условия хранения);

— «технические характеристики» (размер и приведенная площадь машино-места, вместимость, этажность, способ перемещения автомобиля);

— «эстетические характеристики» (функциональная и конструктивная обусловленность, оригинальность, целостность и соразмерность композиции).

Для уточнения перечня показателей был проведен экспертный опрос. Этот метод позволяет выявить мнение специалистов по исследуемой проблеме, выполнить ран-

жирование каких-либо признаков и определить степень важности [5]. Недостатком метода считается отсутствие гарантий в достоверности оценок. Эта проблема решается путем проведения проверки согласованности мнений экспертов. Все существующие способы определения достоверности экспертных оценок основаны на предположении, что в случае согласности действий экспертов достоверность оценок гарантируется.

По процедуре проведения экспертные опросы подразделяются на очные и заочные, индивидуальные (докладные записки, анкетирование, интервью) и групповые (комиссии, «круглые столы», «с прямой оценкой», «с обратной связью»). Мной выбран метод проведения исследования — индивидуальное интервью, которое проходит в виде свободной беседы и позволяет получить от респондента подробную информацию по обсуждаемой проблеме, проводится в удобное для специалиста время, позволяет исключить влияние авторитетов и подавление других мнений.

Проведение экспертного опроса включало следующие этапы: подбор экспертов и формирование экспертной группы; подготовка плана беседы и анкеты; формирование папки с дополнительной информацией; подготовка к интервью (выбор времени и места встречи, мотивации); проведение интервью; обработка результатов. Анкета, предлагаемая экспертам для заполнения, содержала преамбулу; таблицу с показателями, их описанием и формулами расчета; паспортчику [6].

Пример анкеты приведен в Приложении А., также представлена шкала формирования показателей, измеряемых в баллах Приложение Б.

В качестве экспертов привлекались ученые ИС факультета ИжГТУ, специалисты проектных, строительных, транспортных организаций. Интервью проводились при личной встрече в отсутствие посторонних лиц и длились около 30 минут. В ходе беседы уточнялся перечень показателей, проводилось их ранжирование.

Проверка согласованности мнений экспертов выполнена с помощью коэффициента ранговой конкордации Кендалла и критерия Пирсона.

Конкордация Кендалла — это непараметрический статистический тест. Он обычно используется для измерения статистической связи между несколькими выборками [7].

Расчет коэффициента ранговой конкордации Кендалла рассчитывается:

$$W = \frac{12S \cdot (d^2)}{m^2 \cdot (n^3 - n)}; \quad (1)$$

где, W — коэффициент конкордации Кендалла; $S(d^2)$ — сумма квадратов отклонений; m — количество экспертов; n — количество рассматриваемых критериев (показателей).

Сумма квадратов отклонений рассчитывается по формуле:

$$S(d^2) = \sum (r_i - r_{cp})^2; \quad (2)$$

где, r_i — сумма экспертных оценок показателя; r_{cp} — среднее значение суммы всех экспертных оценок показателя.

Коэффициент конкордации изменяется в диапазоне 0–1, причем 0 соответствует несогласованности, а 1 соответствует полной согласованности. Если значение коэффициента конкордации превышает 0,40–0,50, то качество оценки считается удовлетворительным, если коэффициент конкордации 0,70–0,80 — высоким.

Сформированная система позволяет всесторонне оценить проектное решение, но содержит различные качественные и количественные показатели. При выборе проектного решения удобнее использовать один интегральный критерий [30], учитывающий значение частных показателей и их веса. Интегральный критерий может быть посчитан по формуле, как сумма произведений значений частных показателей на их веса.

$$K_{инт} = \sum_{i=1}^n B_i^{max} \cdot K_i \leq 100; \quad (3)$$

где, $K_{инт}$ — интегральный критерий; B_i^{max} — вес, максимально возможное число баллов, которое можно присваивать i -ому показателю (определено на основе экспертного опроса); K_i — коэффициент отклонения; i -ого показателя по данному проекту от наилучшего показателя в других проектах;

n — количество рассматриваемых критериев (показателей).

Важной составляющей формирования показателей с помощью экспертного опроса является обработка результатов. Результаты опроса основных показателей приведены в таблице 1 и таблице 2.

Расчет коэффициента конкордации Кендалла рассчитываем по формуле 13.

$$W = \frac{12 \cdot S(d^2)}{m^2 \cdot (n^3 - n)} = \frac{12 \cdot 197}{7^2 \cdot (4^3 - 4)} = 0,804$$

Коэффициент конкордации 0,804, следовательно, мнения экспертов высоко согласованные.

Для 20 дополнительных показателей были рассчитаны коэффициенты значимости (веса) таблица 3, как среднее арифметическое экспертных оценок. Показатели, получившие невысокие оценки, далее не рассматривались.

Просчитываем окончательные значения дополнительных характеристик в зависимости основных и дополнительных весовых коэффициентов таблица 4.

Перечень показателей, их значимость и указания по расчету приведены в таблице 5.

Предлагаемая методика позволяет оценить варианты проектных решений и выбрать оптимальный вариант на основе системы различных количественных и качественных показателей, учитывающих экономические, технические, эксплуатационные и эстетические характеристики объекта [8]. С учетом особенностей возведения объекта и важности для инвестора отдельных показателей возможна корректировка весовых коэффициентов и изменение перечня показателей.

Таблица 4. Таблица результатов дополнительных показателей (весовые коэффициенты)

Наименование показателей	Значение основного показателя	Ср. значения весовых коэфф.	Итоговое значение весовых коэфф.
Стоимость строительства	0,52	0,34	0,18
Стоимость машино-места	0,52	0,26	0,14
Себестоимость эксплуатации в месяц машино-места	0,52	0,11	0,05
Рентабельность проекта	0,52	0,15	0,08
Срок окупаемости проекта	0,52	0,14	0,07
Доступность	0,24	0,49	0,12
Время парковки	0,24	0,16	0,04
Наличие дополнительных услуг	0,24	0,1	0,02
Условия хранения	0,24	0,13	0,03
10) Качество охранных услуг	0,24	0,12	0,03
Вместимость	0,19	0,48	0,09
Приведенная площадь одного машино-места	0,19	0,2	0,04
Этажность	0,19	0,14	0,03
Размер одного машино-места	0,19	0,1	0,02
Способ перемещения автомобиля	0,19	0,08	0,01
Целостность композиции	0,05	0,41	0,02
Оригинальность	0,05	0,25	0,01
Конструктивная обусловленность	0,05	0,14	0,01
Функциональная обусловленность	0,05	0,12	0,005
Соразмерность композиции	0,05	0,08	0,005

Таблица 5. Перечень показателей

Наименование показателя	Вес, коэфф.	Единица измерения	Указания по расчету
Экономические характеристики / всего 52 баллов			
1. Стоимость строительства	18	Тыс. руб.	Стоимость строительства одного машино-места (удельные капитальные вложения)
2. Стоимость машино-места	14	Тыс. руб.	$C = \frac{KB}{N}$ где, KB — капитальные вложения, N — количество мест
3. Себестоимость эксплуатации в месяц машино-места	5	Тыс. руб./ место	$C_3 = \frac{C}{N}$ где, C — себестоимость эксплуатации, N — количество мест
4. Рентабельность проекта	8	%	$P = \frac{\Pi}{C_3}$ где, Π — прибыль, C_3 — себестоимость эксплуатации
5. Срок окупаемости проекта	7	год	$T = \frac{KB}{\Pi}$ где, KB — капитальные вложения, Π — прибыль.
Эксплуатационные характеристики / всего 24 баллов			
6. Доступность	12	Балл*	Удаленность от объектов жизнедеятельности человека
7. Время парковки	4	Мин./ операция	Среднее время на парковку и транспортировку с парковки
8. Наличие дополнительных услуг	2	Балл*	Наличие на парковке автосервиса, автомойки и др.
9. Условия хранения	3		Отапливаемый, неотапливаемый
10. Качество охранных услуг	3		Возможность организации круглосуточного наблюдения, охраны объекта

Технические характеристики / всего 19 баллов			
11. Вместимость	9	м ²	Количество автомобилей помещаемых на парковке
12. Приведенная площадь одного машино-места	4	м ² / место	$S_{np} = \frac{S}{N}$ где, S — общая площадь, N — количество мест
13. Этажность	3	эт.	Количество этажей
14. Размер одного машино-места	2	м ²	Размер автомобиля, на который рассчитано одно машино-место
15. Способ перемещения автомобиля	1	Балл*	Автоматическая, полуавтоматическая, собственным ходом
Эстетические характеристики / всего 5 баллов			
16. Целостность композиции	2	Балл*	Соответствие объекта существующему или проектируемому городскому и природному окружению
17. Оригинальность	1		Своеобразие формы, выделяющее данный объект
18. Функциональная обусловленность	1		Соответствие формы объекта его назначению
19. Конструктивная обусловленность	0,5		Соответствие формы объекта и его конструктивного решения
20. Соразмерность композиции	0,5		Соразмерность проектируемого объекта масштабу человека
ИТОГО	100		

*Балл — определяется экспертным путем

Литература:

1. СН 509–78. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений [Электронный ресурс]: Утверждена постановлением Госстроем СССР от 13 декабря 1978 г. № 229. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. СНиП 21–02–99. Свод правил. Стоянки автомобилей [Электронный ресурс]: Утвержден постановлением Госстроя РФ от 19 ноября 1999 г. № 64. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Серебров, Б. Ф. Многоэтажные гаражи и автостоянки: учебное пособие/ Б. Ф. Серебров. — Новосибирск.: Темплан, 2005. — 129 с.
4. Королевский, К. Ю. Что нам стоит гараж построить/ К. Ю. Королевский// Архитектура и строительство Москвы. — Москва, 2000. — вып. № 1. — с. 5–12.
5. Орлов, А. И. Организационно — экономическое моделирование. Часть 2. Экспертные оценки /А. И. Орлов. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. — 481 с.
6. Лаптев, А. А. Разработка методики проектных решений многоуровневого паркинга/ А. А. Лаптев, И. Б. Иванова// Вестник ИжГТУ, 2015. — № 3 (67). — с. 45–48.
7. Фатхутдинов, Р. А. Производственный менеджмент. 6-е издание: учебник для вузов/ Р. А. Фатхутдинов. — СПб.: Питер, 2011. — 480 с.
8. Аристова, Е. А. Методика оценки результативности государственно-частного партнерства при реализации инвестиционного проекта / Е. А. Аристова, И. Б. Иванова // Вестник ИжГТУ, 2014. — № 2 (62). — с. 55–58.

К обоснованию метода нормирования потребления энергоресурсов на мясокомбинатах

Герасимович Леонид Степанович, доктор технических наук, профессор;

Коховец Жанна Анатольевна, аспирант

Белорусский государственный аграрно-технический университет (г. Минск)

Представленная статья посвящена актуальному направлению позволяющему выявить и оценить потенциал энергосбережения в технологических процессах промышленного производства, прогнозировать и нормировать как общие так и удельные расходы ЭЭ с учетом изменения объемов выпускаемой продукции является актуальной.

Для решения комплекса задач оценки энергоэффективности промышленных (ЭЭФ) предприятий со сложной взаимосвязью между энергетикой и технологией (на примере Минского мясокомбината) используются многофакторные расчетно-статические модели режимов электропотребления. Количество факторов, включенных в модель, изменяется в зависимости от решаемой задачи ЭЭФ и от состояния подсистем, определяющих технологическую систему в целом. С использованием расчетно-статические модели зависимости режимов электропотребления от влияющих факторов разработана методика оценки экономии электрической энергии от внедрения технологических мероприятий, позволяющая определить экономию ЭЭ во всей технологической системе в целом с учетом её текущего состояния. Разработана методика прогнозирования и нормирования расхода ЭЭ с учетом изменяющейся производственной программы.

Разработка новых и совершенствование существующих методов, позволяющих выявить и оценить потенциал энергосбережения в технологических процессах промышленного производства, прогнозировать и нормировать как общие, так и удельные расходы ЭЭ с учетом изменения объемов выпускаемой продукции является актуальной.

Норма электропотребления — усредненная расчетная величина, обычно директивно устанавливаемая для прогноза и анализа электропотребления, а также для стимулирования энергосбережения [1]. В зависимости от цели расчета нормы разделяют по степени агрегации (индивидуальные, групповые), по периоду действия (годовые, квартальные, месячные), по составу расхода (технологические, общепроизводственные). От вида норм зависят способы их расчета и пути использования, поэтому важно четкое его определение. Для разных задач применяются нормы разной степени агрегации и периода действия. Для конкретного предприятия, имеющего свои технологические особенности, структуру производства, в том числе в зависимости от типа и параметров выпускаемой продукции, должна существовать соответствующая структура учета электроэнергии.

Для различных типов технологических процессов характерна более или менее значительная пропорцио-

нальная зависимость расхода электроэнергии от объема производимой продукции. Так, например, не зависят от объема производства затраты электроэнергии на освещение, отопление и вентиляцию цехов. Следует также отметить, что все механизмы и агрегаты меняют свое электропотребление в зависимости от температуры окружающей среды, от времени года [2]. Таким образом, очевидно, что весь объем электроэнергии, потребляемый любым производственным цехом, участком, производящим какую-либо продукцию, делится на две составляющие: потребление электроэнергии, пропорциональное объему производимой продукции (переменная составляющая); постоянная составляющая потребления электроэнергии, не зависящая от объема производимой за определенный временной интервал продукции.

Основными исходными данными для определения норм расхода электроэнергии на мясокомбинате служит следующая техническая и экономическая информация:

- мощность предприятия;
- технологическая схема производства;
- данные о составе оборудования и фактической мощности электродвигателей;
- нормативные характеристики основного и вспомогательного оборудования;
- данные о фактической выработке продукции и рабочем времени за расчетный период;
- данные об установленных трансформаторах;
- данные об освещении подсобных служб, территории;
- данные статистических отчетов показателей потребления ТЭР за три года предшествующих рассматриваемому периоду.

По составу расходов нормы в производстве подразделяются на технологические и общепроизводственные.

Технологическая норма включает расход энергоносителей на основные и вспомогательные технологические процессы производства данного вида продукции, расход на поддержание оборудования и агрегатов в горячем резерве, на их разогрев и пуск после текущих ремонтов и холодных простоев, а также технически неизбежные потери при работе оборудования.

Норма расхода электрической энергии для выполнения технологической операции определяется по формуле:

$$H_T = W_T / Q \quad (1)$$

где: W_T — технологический расход электрической энергии производства данного вида продукции, кВт·ч; Q — планируемый выпуск продукции, ед. прод.

Технологический расход электрической энергии кВт·ч на производство данного вида продукции определяется по формуле:

$$W_T = P_H \cdot n \cdot K_{и} \cdot t \quad (2)$$

где: W_T — расход электрической энергии на производство продукции, кВт·ч;

P_H — номинальная установленная мощность электрооборудования, кВт;

n — количество однотипного оборудования;

$K_{и}$ — коэффициент использования установленной мощности;

t — годовой фонд рабочего времени оборудования, необходимого для выпуска планируемого количества данного вида продукции, ч.

Произведен расчет расхода электрической энергии на круглогодичное хранение мяса в холодильниках. Исходные данные по оборудованию (согласно паспортных данных) и иных энергопотребителей сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Потребление электроэнергии

№ п/п	Наименование оборудования и иных энергопотребителей	Кол-во, шт	P_H , кВт един.	$K_{и}$	t, час	W_T , тыс. кВт·ч
ОСНОВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО						
1	Компрессор № 11 ст.	1	152,0	0,7	900	95,76
2	Компрессор № 1 А ст.	1	132,0	0,7	900	83,16
3	Компрессор № 21 ст.	1	160,0	0,7	900	100,80
4	Компрессор № 514 ст.	10	132,0	0,7	900	831,60
5	Водяной насос № 42–44	3	55,0	0,7	900	103,95
6	Рассольный насос № 36,37	2	45,0	0,7	900	56,70
7	Насос ледяной воды № 40, 41	2	28,0	0,7	900	35,28
8	Насос ледяной воды № 51, 52	2	22,0	0,7	900	27,72
9	Насос аммиачный № 30–33	4	8,0	0,7	900	20,16
10	Насосы масляные	12	4,0	0,7	900	30,24
Итого по основному производству						1385,37

Предприятие в установленном порядке разрабатывает и ежегодно пересматривает нормы на выпуск единицы продукции по следующим позициям:

- мясо и субпродукты;
- полуфабрикаты;
- колбасные изделия;
- сухие корма;
- тепловая энергия;
- отопление и вентиляция;
- горячее водоснабжение.

На долю нормирования потребления приходится 95,2% производственных затрат электрической энергии;

92,2% производственных затрат теплоты; 100% затрат топлива. В связи с этим встает вопрос о снижении расхода энергоресурсов. Однако могут возникнуть ситуации, при которых энергозатраты не только не снижаются, несмотря на все проводимые мероприятия по энергосбережению, но и, наоборот, увеличиваются. Поэтому при расчете целевого показателя по энергосбережению необходимо учитывать сопоставимые условия базисного и отчетного периода.

Динамика изменения удельных норм и фактических удельных расходов ЭЭ за период 2008–2010 годы представлена в таблице 2

Таблица 2. Динамика выполнения норм расхода электроэнергии по основным видам продукции

Виды продукции	Единицы измерения	Удельный расход*					
		2012		2013		2014	
		план	факт	план	факт	план	факт
Электрическая энергия							
Мясо и субпродукты	кВт·ч/т	307,5	307,5	307,5	307,5	305	305
Полуфабрикаты	кВт·ч/т	292,5	292,5	292,5	292,5	291	291
Колбасные изделия	кВт·ч/т	466	466	460	460	454	454
Сухие корма	кВт·ч/т	890	890	890	890	890	890
Тепловая энергия	кВт·ч/Гкал	19,3	19,3	19,3	19,3	18,0	18,0

Таблица 3. Годовой расход эл. энергии по предприятию, тыс. кВт. ч

2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
23353	20766	19900	16118	15427

Вопросам повышения эффективности использования энергии в Беларуси уделяется повышенное внимание как на государственном, так и ведомственном уровне, а также на уровне отдельных организаций производственной и непроизводственной сфер. Так, на среднесрочную перспективу разрабатываются республиканские и отраслевые программы энергосбережения, в которых закреплены количественные и качественные ориентиры энергосберегающей деятельности всех экономических субъектов — от государства до отдельных домашних хозяйств [3].

Кроме того, постоянно совершенствуется нормативно-правовая база энергосбережения, утверждена Инструкция по расчету целевых показателей по энергосбережению.

Для определения эффективности любой установки часто используются целевые коэффициенты (K_c), учитывающие полезный эффект (ПЭ) и затраты энергии (ЗЭ):

Для холодильных установок: (ПЭ) — является холод.

Для определения энергетической эффективности установки кроме полученного ПЭ необходимо учесть затраты энергии (ЗЭ), которая подводится к установке, для обеспечения её работы.

$$K_c = \frac{\text{ПЭ}}{\text{ЗЭ}} \quad (1)$$

Холодильный коэффициент (ϵ) может достигать значений более 100% (может составлять: 150; 200; 250; и т. д. %).

На основании вышеизложенного, следует отметить актуальность и высокую востребованность метода нормирования потребления энергоресурсов на мясокомбинатах, учитывающий как энерготехнологические особенности мясопереработки, так и необходимость обеспечения управления энергоэффективностью производства.

Литература:

1. Энергоэффективность аграрного производства. Под. общ. ред. академиков В.Г. Гусакова, Л.С. Герасимовича и д. р. Минск: Белорусская наука, 2011. — 776 с.
2. Гнатюк, В.И. Закон оптимального построения техноценозов. — Вып. 29. Ценологические исследования. — М.: Центр системных исследований, 2005. — 383 с.
3. Герасимович, Л.С. Системный анализ агроэнергетики: Курс лекций. — Мн.: УП «Технопринт», 2004. — 126 с.

Оптимизация параметров ускоренных совмещенных ресурсных испытаний авиационных газотурбинных двигателей

Гишваров Анас Саидович, доктор технических наук, профессор;
Рахимов Абдусаттор Хасанович, магистрант
Уфимский государственный авиационный технический университет

В статье рассматривается метод выбора параметров ускоренных совмещенных ресурсных испытаний газотурбинных двигателей многовариантного применения, устанавливаемых на нескольких типах летательных аппаратов и эксплуатирующихся в различных климатических зонах и режимах нагружения. Под ускоренными совмещенными ресурсными испытаниями понимаются испытания одного двигателя, в которых ускоренно обеспечивается проверка надежности и ресурса одновременно нескольких эксплуатационных вариантов применения двигателя или его агрегатов, узлов и элементов. Оптимизируемыми параметрами испытаний является: количество двигателей, устанавливаемых на испытания; параметры режима нагружения и длительность испытаний; множество эксплуатационных вариантов применения двигателя, проверяемых в одних ускоренных совмещенных ресурсных испытаниях. Выбор оптимальных значений параметров испытаний проводится с учетом основных критериев эффективности ускоренных совмещенных ресурсных испытаний и применением метода Парето. Приводятся вид обобщенной целевой функции, используемой для формирования Парето — оптимальных решений и пример практической реализации методики для двигателя, эксплуатируемого на трех типах самолетов.

Ключевые слова: ускоренные совмещения ресурсные испытания, авиационный газотурбинный двигатель, оптимизация

Современный период развития авиационной техники, включая авиационные газотурбинные двигатели, характеризуется высокими требованиями к ее надежности, сжатыми сроками создания и внедрения в эксплуатацию. При этом значительной мере высоким является ресурс технических систем, например, самолеты Ту-204 и Ил-96—300 имеют назначенный ресурс гидросистемы и ее элементов 45000 и 60000 часов соответственно. В этих условиях актуальным является создание и внедрение методов ускоренных ресурсных испытаний, обеспечивающих получение необходимой информации о надежности и ресурсе изделий в более короткие сроки. При этом особо актуальной является проблема обоснования ускоренных ресурсных испытаний газотурбинных двигателей, устанавливаемых на нескольких типах летательных аппаратов и эксплуатируемых в различных климатических зонах и режимах нагружения. Это обусловлено тем, что фактор многовариантности существенно усложняет обоснованный выбор объема, режимов и длительности ускоренных ресурсных испытаний двигателей.

Под совмещенными ресурсными испытаниями понимаются испытания, в которых обеспечивается проверка надежности и ресурса одновременно нескольких эксплуатационных вариантов применения изделия (двигателя, агрегатов, узлов, элементов и т. д.).

Анализ существующих программ ускоренных совмещенных ресурсных авиационных двигателей и агрегатов испытаний показывает, что они не позволяют в полной мере проводить достоверную проверку надежности и ресурса испытываемых двигателей [1, 2]. Поэтому очевидна актуальность разработки научно — обоснованного метода выбора оптимальных значений объема, режимов и длительности ускоренных совмещенных ресурсных испытаний, обеспечивающих проверку надежности и ресурса двигателей многовариантного применения при минимальных временных и материальных затратах.

Авторами предлагается выбор параметров ускоренных совмещенных ресурсных испытаний проводить с учетом основных критериев, характеризующих эффективность совмещенных ресурсных испытаний:

- критерия гарантированной проверки надежности двигателя K_1 по всем эксплуатационным вариантам применения;
- критерия дифференцированного (последовательного) «зачета» в одних ресурсных испытаниях нескольких эксплуатационных вариантов применения K_2 двигателя;
- показателей объема испытываемых двигателей K_3 и длительности K_4 ускоренных ресурсных испытаний.

Критерий K_2 характеризует уровень дифференцированного «зачета» в ускоренных совмещенных испытаниях нескольких эксплуатационных вариантов применения двигателя, начиная от наименее нагруженного и кончая наиболее нагруженным вариантами, что позволяет, даже в случае отказа двигателя в испытаниях, признавать двигатели годными к эксплуатации по тем вариантам, эксплуатационная повреждаемость которых была подтверждена до момента отказа.

Ввиду противоречивости критериев друг другу выбираемое решение о параметрах ускоренных совмещенных ресурсных испытаний носит компромиссный характер. Поэтому выбор параметров испытаний проводится из области Парето-оптимальных значений [1]. Для совместного учета критериев K_1, \dots, K_4 в методе Парето их значения преобразуются и нормируются $K_1^H, K_2^H, K_3^H, K_4^H$.

При этом оптимизируемыми параметрами являются:

- количество двигателей N_u , устанавливаемых на ускоренные совмещенные испытания;
- параметры режима $R_{u,k}$ и длительности испытаний $\tau_{u,k}$ ($k = \overline{1, N_u}$);
- множество эксплуатационных вариантов применения N_k , достоверно проверяемые в k -ых совмещенных ресурсных испытаниях ($k = \overline{1, N_u}$).

Парето — оптимальные значения параметров $N_u^*, R_{u,k}^*, \tau_{u,k}^*$ и N_k^* определяются по обобщенной целевой функции Φ , являющейся сверткой частных критериев эффективности $\Phi_1^H, \dots, \Phi_4^H$:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Phi[N_u^*, R_{u,k}^*, \tau_{u,k}^*] = \min[AK_1 + BK_2 + CK_3 + DK_4]; \\ K_1^H = \min \left\{ \frac{1}{N_u} \sum_{k=1}^{N_u} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m [\delta \Pi_{ij}']^2 \cdot b_{ij}^2 \cdot \rho_{ij}^2 \right\}; \\ \delta \Pi_{ij}' = \frac{\Pi_{u,ij}[P_{0u}, R_u(\tau), \tau_u] - (\max_i \Pi_{ij}[P_{0j}, R_j(\tau), \tau_j])_k}{(\max_i \Pi_{ij}[P_{0j}, R_j(\tau), \tau_j])_k}; \\ K_2^H = \min \sum_{k=1}^{N_u} \sum_{l=1}^{N_k} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left[\frac{\max_{i,j} \tau_{zij}[P_0, R_{u,k}(\tau), \Pi_{3k}] - \min_{i,j} \tau_{zij}[P_0, R_{u,k}(\tau), \Pi_{3k}]}{\sum_{l=1}^{N_l} \tau_{3l}} \right]^2 \\ K_3^H = N_u / N_s; \quad K_4^H = \sum_{k=1}^{N_u} \tau_{u,k} / \sum_{v=1}^{N_s} \tau_{3,v}; \\ (\max_i \Pi_{ij}[P_{0j}, R_j(\tau), \tau_j])_k \leq \Pi_{u,ij}[P_{0u}, R_u(\tau), \tau_u]; \\ i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, N_u}; \quad l = \overline{1, N_s}; \quad N_u \in 1 \dots N_s; \\ \Pi = F(P_0, R(\tau), \tau); \quad P_0 = \text{idem} \in G_p; \quad R_{u,k}(\tau) \in G_{Rk}, \end{array} \right. \quad (1)$$

где P_0 и $R(\tau)$ — вектора параметра которых характеризуют исходное состояние двигателя перед испытаниями, обусловлено влиянием производственно — технологических факторов на качество изготовления двигателя $P_0 = [p_{01}, \dots, p_{0v}]^T \in G_p$ и режим нагружения $R(\tau) = [r_1(\tau), \dots, r_s(\tau)]^T \in G_R$ и длительность нагружения τ ; $\Pi_{ij}[P_{0j}, R_j(\tau), \tau_j], \Pi_{u,ij}[P_{0u}, R_u(\tau), \tau_u], i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; l = \overline{1, N_s}$ — повреждаемость i -го элемента узла двигателя по j -ой характеристике расходования ресурса (длительная прочность, усталость и др.) в условиях эксплуатации и стендовых испытаниях соответственно $i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; l = \overline{1, N_s}$; b_{ij}, ρ_{ij} — весовые коэффициенты, характеризующие точность моделей расходования и значимость элементов узлов двигателя с учетом которых проводится выбор ускоренных совместных ресурсных испытаний; N_s — число эксплуатационных вариантов применения двигателя; G_p, G_{Rk} — области определения векторов P_0 и $R(\tau)$ соответственно; A, B, C, D — положительные числа, используемые в методе Парето ($A + B + C + D = 1$); $N_u^*, R_{u,k}^*, \tau_{u,k}^*, N_k^*$ — оптимальные значения параметров $N_u, R_{u,k}, \tau_{u,k}, N_k$ для конкретных значений A, B, C, D .

Получение Парето — оптимальных точек проводится многократной минимизацией функционала $\Phi[N_u^*, R_{u,k}^*, \tau_{u,k}^*, N_k^*]$ варьированием значений коэффициентов A, B, C и D .

Предлагается метод выбора параметров ускоренных совместных ресурсных испытаний был апробирован на примере авиационного газотурбинного двигателя, устанавливаемого на трех самолетах ($N_s = 3; l = \overline{1, 3}$) и эксплуатируемого по типовым циклам нагружения $(R_{sl}(\tau), \tau_{sl})$.

Объем, режимы и длительность ускоренных совмещенных ресурсных испытаний, определялись с учетом основных (лимитирующих ресурс) элементов узлов двигателя:

- малоцикловой прочности дисков ротора P_{11} ;
- длительная прочность рабочей лопатки первой ступени турбины P_{22} ;
- контактной прочности радиально-упорного подшипника опоры P_{33} ;
- контактная прочность ведущей шестерни редуктора P_{43} .

Обобщенная модель расходования ресурса двигателя с учетом перечисленных элементов узлов имела вид:

$$\begin{cases} \Pi_{11}[P_{0,11}; T_g^*(\tau), T_n(\tau), \bar{n}(\tau), N_z(\tau), N_x(\tau), \tau] = 0, \\ \Pi_{22}[P_{0,22}; T_g^*(\tau), T_n(\tau), \bar{n}(\tau), N_z(\tau), N_x(\tau), \tau] = 0, \\ \Pi_{33}[P_{0,33}; T_g^*(\tau), \bar{n}(\tau), \tau] = 0, \\ \Pi_{43}[P_{0,43}; \bar{n}(\tau), N_z(\tau), \tau] = 0, \\ R(\tau) = [T_g^*(\tau), T_n(\tau), \bar{n}(\tau), N_z(\tau), N_x(\tau)]^T \hat{I}G_R; \\ P_0 = idem, \end{cases} \quad (2)$$

где T_g^* — температура газа перед турбиной, К; T_n — температура воздуха на входе в двигатель, К; \bar{n} — частота вращения ротора, %; W — нагрузка генераторов постоянного и переменного токов, кВт; N_z — число циклов нагружения; P_0 — область исходного состояния двигателя, соответствующая техническим требованиям на его изготовление ($P_0 = idem$).

Из множества Парето-оптимальных значений $N_u, R_{uk}(\tau), \tau_k$ за окончательный выбран вариант, для которого получены наилучшие значения критериев эффективности K_1^H, \dots, K_4^H :

$$K_{1,opt}^H = 0; K_{2,opt}^H = 0; K_{3,opt}^H = 0,38; K_{4,opt}^H = 0,41.$$

Полученные значения $N_u^*, R_{u,k}^*, \tau_{u,k}^*$ была сформирована программа ускоренных совместных ресурсных испытаний. Испытания проводился на одном двигателе ($N_u^* = 1$), первый эксплуатационный вариант проверяется («засчитывается») при $\tau_{a,1} = 1670$ час ($N_z = 2560$ циклов), второй $\tau_{a,1} = 750$ час ($N_z = 1240$ циклов), третий $\tau_{a,1} = 600$ час ($N_z = 1080$ циклов). Таким образом в совместных испытаниях время на проверку надежности двигателя сокращается в три раза.

Литература:

1. Гишваров, А. С. Современные ресурсные испытания технических систем. — Уфа: Гилем АН РБ, 2002. — 268 с.
2. Гишваров, А. С., Тимашев С. А. Синтез ускоренных ресурсных испытаний технических систем многовариантного применения. — Екатеринбург: УрО РАН, 2012. — 188 с.

Усовершенствование режима работы насоса «НБ-32» для буровой установки УРБ-3АЗ

Зохидов Одил Умирзокович, старший преподаватель;
Расулов Абдулла Хайитбой угли, студент
Навоийский государственный горный институт (Узбекистан)

В последние годы в Навоийском горно-металлургическом комбинате при разработке урановых месторождений способом подземного выщелачивания получили широкое применение буровые установки типа УРБ-3АЗ с использованием насоса НБ-32. По техническим параметрам данные насосы наиболее соответствуют горнотехническим условиям данного производства.

С целью продления срока службы данных насосов, фирмой производителем были разработаны и внедрены множество типов защит от ненормальных режимов работы насоса, основными и применяемые из которых, в насосах этой фирмы, работающих в НГМК, являются следующие:

1. Защита от токов перегрузки;
2. Защита от токов короткого замыкания;
3. Защита от понижения сопротивления изоляции;
4. Защита от нулевого напряжения и от перенапряжения;
5. Защита от холостой работы (сухого хода).

Анализ эксплуатации данных насосов в условиях месторождений «РУ-5» (Рудоуправления № 5) типа показало, что из-за частого срабатывания защиты от холостой работы приходится часто перезапускать данный насос находящийся внутри скважины, это в свою очередь ведет к засорению насоса илом, поднимающийся при каждом перезапуске насоса, а также из-за пускового тока электродвигателя в 4–7 раз превышающий номинальный ток нагрузки, сеть электроснабжения на короткое время подвергается существенной пиковой нагрузке.

В свою очередь, применение регулируемого электропривода и правильный выбор оптимальных режимов работы насоса НБ-32 позволило бы существенно снизить потребление электроэнергии и решить ряд проблем связанных с эксплуатацией насосов, что ведет к повышению срока службы насосов [1].

Расчет и выбор частотного преобразователя для асинхронного двигателя бурового насоса НБ-32 в условиях РУ-5 Навоийского ГМК.

Для расчета необходимо определить следующие номинальные параметры насосной установки:

- паспортная подача и напор — $Q_{ном} = 7$ л/с; $H_{ном} = 60$, м.;
- паспортный КПД насоса — $\eta_{ном} = 0,72$.

Паспортные данные по приводному электродвигателю:

- номинальная мощность и напряжения — $P_{ном} = 9,2$, кВт; $U_{ном} = 380$, В;
- номинальное скольжение и число пар полюсов — $s_{ном} = 0,05$; $p_n = 1$;
- синхронная частота вращения магнитного поля статора — $n_0 = 3000$, об./мин и номинальная частота вращения — $n_{ном} = 2840$, об./мин.;
- номинальный КПД двигателя — $\eta_{ов} = 0,83$;
- номинальный коэффициент мощности — $\cos \varphi_{ном} = 0,85$;
- перегрузочная способность двигателя — $\lambda = M_{max} / M_{ном} = 2$;
- момент инерции двигателя — $J_{дв} = 0,044$, кг·м².

Дополнительные данные, необходимые для расчета:

- плотность перекачиваемой жидкости — $\rho = 1010$, кг/м³;
- высота подъема жидкости (глубина опускания насоса) — $H_{под} = 150$, м
- ожидаемый приток жидкости в скважину (дебит скважины) $Q_{пр} = 9$, м³/с [2].

Расчет параметров схемы замещения асинхронного электродвигателя при частотном регулировании.

Для расчета модели частотно-регулируемого электропривода определяются параметры схемы замещения асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором. Схема замещения фазы асинхронного электродвигателя при частотном управлении приведена на рис 1. На схеме замещения приняты следующие обозначения:

- r_1 — активное сопротивление обмотки фазы статора;
- r_2' — приведенное к обмотке статора активное сопротивление обмотки фазы;
- x_1 — индуктивное сопротивление обмотки фазы статора;
- x_2' — приведенное к обмотке статора индуктивное сопротивление обмотки фазы ротора.

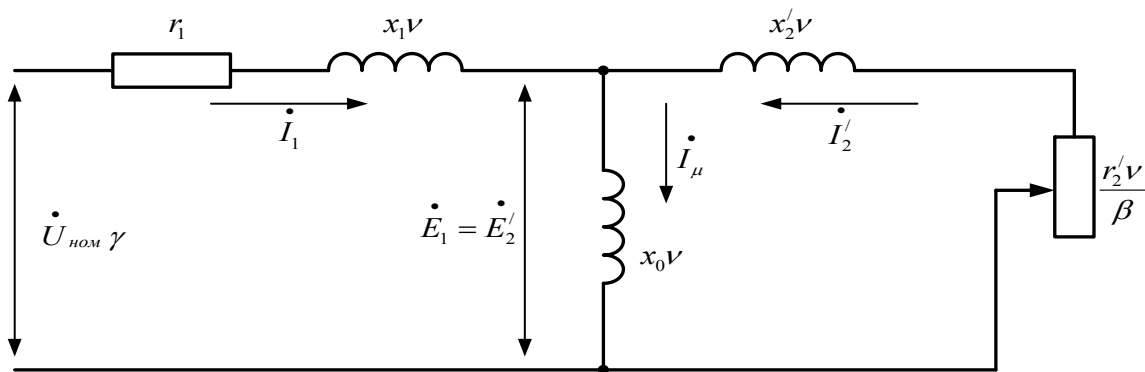


Рис. 1. Схема замещения фазы асинхронного электродвигателя: x_0 — индуктивное сопротивление намагничивающей цепи; $U_{ном}$ — номинальное напряжение фазы статорной обмотки; E_1 — ЭДС фазы статорной обмотки; E_2' — приведенная к статорной обмотке ЭДС фазы роторной обмотки; I_1 — ток фазы статорной обмотки; I_2' — приведенный к статорной обмотке ток фазы роторной обмотки; I_μ — ток намагничивающей цепи; $\gamma = U / U_{ном}$ — относительное напряжение статора; $\nu = f_1 / f_{1ном}$ — относительная частота тока статора

Схема замещения приведена для фазы асинхронного двигателя, поэтому расчетные значения токов и напряжений являются фазными.

Номинальный ток фазы статора:

$$I_{1ном} = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{3 \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi_{ном} \cdot \eta_{ном}} = \frac{9.2 \cdot 10^3}{3 \cdot 220 \cdot 0.85 \cdot 0.83} = 19.75 \text{ А.}$$

Активное сопротивление фазы статора:

$$r_1 = \frac{U_{ном} \cdot s_{ном}}{I_{1ном}} = \frac{220 \cdot 0.05}{19.75} = 0.556 \text{ Ом.}$$

Номинальная угловая скорость магнитного поля статора двигателя:

$$\omega_{1ном} = \frac{\pi \cdot n_0}{30} = \frac{3.14 \cdot 3000}{30} = 314 \text{ с}^{-1}, \quad \omega_{ном} = \frac{\pi \cdot n_{ном}}{30} = \frac{3.14 \cdot 2840}{30} = 297.2 \text{ с}^{-1}.$$

Номинальный и максимальный моменты двигателя:

$$M_{ном} = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{\omega_{ном}} = \frac{9.2 \cdot 10^3}{297.2} = 30.96 \text{ Н м}, \quad M_{max} = \lambda \cdot M_{ном} = 2.0 \cdot 30.96 = 61.91 \text{ Н м.}$$

Индуктивное сопротивление короткого замыкания:

$$x_k = \sqrt{\left(\frac{3 \cdot U_{ном}^2}{2 \cdot \omega_{1ном} \cdot M_{max}} - r_1 \right)^2 - r_1^2} = \sqrt{\left(\frac{3 \cdot 220^2}{2 \cdot 314 \cdot 61.91} - 0.556 \right)^2 - 0.556^2} = 9.7808 \text{ Ом.}$$

Индуктивные сопротивления статора и приведенное ротора:

$$x_1 \approx x_2' = \frac{x_k}{2} = \frac{9.7808}{2} = 4.8904 \text{ Ом.}$$

Приведенное к обмотке статора активное сопротивление фазы ротора:

$$\begin{aligned} r_2' &= s_{ном} \cdot \left(\frac{3 \cdot U_{ном}^2}{2 \cdot \omega_{1ном} \cdot M_{ном}} - r_1 \right) + s_{ном} \cdot \sqrt{\left(\frac{3 \cdot U_{ном}^2}{2 \cdot \omega_{1ном} \cdot M_{ном}} - r_1 \right)^2 - (r_1^2 + x_k^2)} = \\ &= 0,05 \cdot \left(\frac{3 \cdot 220^2}{2 \cdot 314 \cdot 30.96} - 0.556 \right) + 0,05 \cdot \sqrt{\left(\frac{3 \cdot 220^2}{2 \cdot 314 \cdot 30.96} - 0.556 \right)^2 - (0.556^2 + 9.7808^2)} = 0.692 \text{ Ом.} \end{aligned}$$

Номинальный приведенный ток ротора:

$$I_{2ном}' = \sqrt{\frac{M_{ном} \cdot \omega_{1ном} \cdot s_{ном}}{3 \cdot r_2'}} = \sqrt{\frac{30.96 \cdot 314 \cdot 0,05}{3 \cdot 0.692}} = 15.3 \text{ А.}$$

Номинальный коэффициент мощности роторной цепи:

$$\cos \varphi_{2ном} = \frac{r_2'}{\sqrt{r_2'^2 + (x_2' \cdot s_{ном})^2}} = \frac{0.692}{\sqrt{0.692^2 + (4.8904 \cdot 0,05)^2}} = 0,944$$

$$\text{тогда } \sin \varphi_{2ном} = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_{2ном}} = \sqrt{1 - 0,944^2} = 0,328.$$

Номинальный ток намагничивающей цепи:

$$\begin{aligned} I_{\mu ном} &= \sqrt{(I_{2ном}' \cdot \sin \varphi_{2ном})^2 + I_{1ном}^2 - I_{2ном}'^2 - I_{2ном}' \cdot \sin \varphi_{2ном}} = \\ &= \sqrt{(15.3 \cdot 0,328)^2 + 19.75^2 - 15.3^2 - 15.3 \cdot 0,328} = 8.442 \text{ А.} \end{aligned}$$

Номинальная ЭДС фазы статора:

$$E_{1ном} = U_{ном} \cdot (0,985 - 0,00375 \cdot p_n) = 220 \cdot (0,985 - 0,00375 \cdot 1) = 215,9 \text{ В.}$$

Индуктивное сопротивление намагничивающей цепи:

$$x_0 = \frac{E_{1ном}}{I_{\mu ном}} = \frac{215,9}{8.442} = 25.57 \text{ Ом. [3]}$$

Для установления оптимальных режимов работы насоса НБ-32 буровой установки УРБ-ЗА3 нами предлагается частотный преобразователь марки «КЕВ COMBIVERT».

При использовании, нерегулируемых электродвигателей бурового насоса НБ-32 возрасли потери электроэнергии. Это способствовало к увеличению затрат на бурения геотехнологических скважин в условиях РУ-5 Навоийского ГМК. Применения частотного преобразователя для буровых насосов типа НБ-32 приведет к значительную экономию затрат на электроэнергию при бурении геотехнологических скважин в условиях РУ-5 Навоийского ГМК [3].

Основными параметрам определяющими экономию электроэнергии в данном расчете являются «наименьшая за расчетный период подача насоса» и «фактическая высота поднятия глинистого раствора».

Чем меньше эти значения от номинальных, тем больше потери электроэнергии при использовании не регулируемого электропривода, соответственно тем больше становится экономически целесообразным применение буровых насосов с регулируемым электроприводом.

Литература:

1. Б. Н. Абрамович. Электропривод и электроснабжение горных предприятий. Санкт-Петербург, 2004.
2. Холин, Д. С., Сидоров А. В. Способ управления трехфазным асинхронным электродвигателем погружного насоса и система управления электродвигателем погружного насоса. — Ижевск: МПК, 2005.
3. Плеханов, С. Н. Увеличение максимальной частоты вращения двигателей переменного тока с помощью переключения их обмоток электронными ключами. — М.: Электропривод, 2007.

Выбор и сравнение эффективности методов интенсификации теплообмена в промышленных теплообменных аппаратах

Ибрагимов Умиджон Хикматуллаевич, соискатель
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Энерго- и ресурсосбережение можно рассматривать как оптимизацию энергетических и материальных потоков существующих технологических процессов для производства продуктов, а более широко — как поиск новых путей рационального использования энергии и сырья для получения тех же, а также новых продуктов. Достижение положительных результатов при экономии энергетических ресурсов возможно только при анализе промышленного энергоиспользования, уровней полезного использования энергии и энергетических потерь на разных участках промышленного предприятия, определении основных, наиболее эффективных путей экономии энергетических ресурсов в промышленности [1].

В современных условиях и в перспективе один из важных путей повышения экономичности энерготехнологических установок — совершенствование теплообменного оборудования с помощью внедрения эффективных способов интенсификации теплообмена. Посредством интенсификации теплообмена увеличивается количество тепла, передаваемого через единицу поверхности теплообмена, и, соответственно, уменьшаются массогабаритные показатели теплообменника; достигается более выгодное соотношение между передаваемым количеством тепла и мощностью, затрачиваемой на прокачивание теплоносителей. Высокое техническое качество интенсифицированного теплообменного оборудования улучшает общие характеристики энерготехнологических установок.

При разработке теплообменного оборудования используется довольно широкий перечень способов интенсификации, некоторые из них являются для теплоэнергетики достаточно традиционными: использование турбулентного режима течения теплоносителей, шероховатых поверхностей теплообмена, криволинейных каналов; уменьшение диаметра каналов; тесные пучки труб; повышение скорости течения сред; оребрение поверхности теплообмена; применение турбулизаторов потоков теплоносителей, псевдосжиженного слоя; устройство поперечных перегородок в трубном пучке.

Активное исследование и внедрение в промышленность различных методов интенсификации теплообмена обусловлены достижением больших практических результатов за счет уменьшения массы теплообменной аппаратуры или значительного повышения ее эффективности.

Разработаны и исследуются самые различные методы интенсификации теплообмена. Принципиально их классифицируют на две категории [2]:

1) активные методы интенсификации: механическое воздействие на поверхность теплообмена (вращение или

вибрация поверхности, перемешивание жидкости и т. п.); воздействие на поток электрическим магнитным или акустическим полем, пульсациями давления; вдув или отсос рабочей среды через пористую поверхность и др.

2) пассивные методы, в основе которых — воздействие на поток формой поверхности теплообмена: применение вставных интенсификаторов (винтовых, локальных и пластинчатых закручивателей потока), различное оребрение поверхности теплообмена и др.

Рассматриваемые в данной статье методы интенсификации конвективного теплообмена относятся ко второй категории, и их, в свою очередь, можно разделить на следующие основные группы:

1) придание потоку жидкости вращательно-поступательного движения;

2) разрушение пристенных слоев жидкости.

Первый способ заключается в создании закрученного движения потока с помощью ленточных, шнековых и пластинчатых завихрителей. Такие завихрители воздействуют на весь поток. Второй способ состоит в воздействии на пристенную область течения за счет искусственной шероховатости в виде различного типа накаток на внутренней стенке труб, проволочных спиралей и т. п.

Исследователями накоплен обширный экспериментальный материал по теплообмену в трубах с различными типами завихрителей, охватывающий высокий диапазон изменения нагрузок и физических свойств сред [3–5].

Для некоторых способов интенсификации при помощи ленточных завихрителей выполнены интересные обобщения опытных данных в [6–7].

Для сопоставления тепловой эффективности различных по конструкции интенсификаторов на основании экспериментов, проведенных разными авторами при различных средних температурах потока среды и в различных диапазонах чисел Рейнольдса и Прандтля, возможно использование соотношения:

$$(Nu / Nu_0) = f(Re) \quad (1)$$

где индекс «0» означает гладкую поверхность теплообмена.

Зависимость (1) характеризует увеличение коэффициента теплоотдачи в трубе с интенсификатором по сравнению с коэффициентом теплоотдачи в гладкой трубе.

Использование любого из известных методов сопровождается также ростом гидродинамического сопротивления. Поэтому для сопоставления полной теплогидродинамической эффективности различных по конструкции интенсификаторов часто целесообразно применение известного соотношения:

$$(Nu / Nu_0) / (\xi / \xi_0) = f(Re) \tag{2}$$

характеризующего относительное увеличение интенсивности теплообмена в трубе с интенсификатором на единицу дополнительно затраченной энергии.

Сравнение эффективности различных методов ин-

тенсификации теплообмена, также выполненное В.К. Мигаем в [8], приведено на рис. 1. Здесь $I = (Nu / Nu_0) / (\xi / \xi_0)$. Автор указывает, что при малых значениях чисел Рейнольдса трубы с кольцевыми выступами обладают наилучшими показателями.

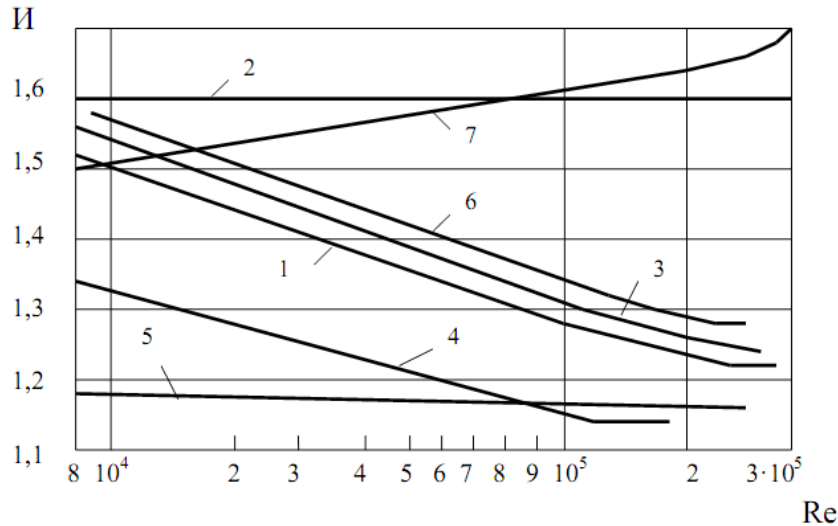


Рис. 1. Сравнительная эффективность различных методов интенсификации теплообмена: 1–7 — трубы соответственно: с кольцевыми выступами, типа конфузур-диффузур, со спиральными вставками, спирально-профилированные, с волнистой осью, с перфорированными вставками, с обтекаемыми выступами

Сравнительная оценка теплоотдачи для различных типов интенсификаторов выполнена в [9] и представлена на рис. 2.

Здесь K^* — соответствующие каждому эксперименту критериальные уравнения для расчета чисел Nu. Как видно из рис. 1.3, эффективным способом интенсификации, по мнению авторов, является применение многозаходных спиральных канавок на внутренней по-

верхности труб, созданных методом электрохимической обработки.

Приведенный выше краткий сравнительный анализ известных работ показал целесообразность применения практически всех пассивных методов интенсификации теплообмена для ламинарного режима течения. Очевидна весьма высокая эффективность дискретной шероховатости в данных условиях при ее несомненной технологичности.

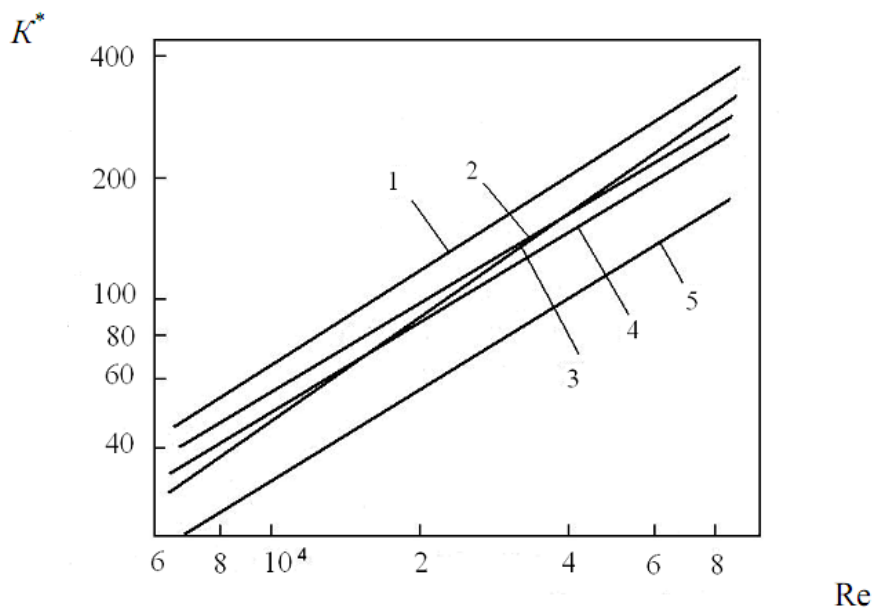


Рис. 2. Теплоотдача в трубах с различными типами интенсификаторов: 1-спиральные канавки; 2-ленточный завихритель; 3-винтовой змеевик; 4-лопаточный завихритель; 5-гладкая труба

Детальной проработке физических, теоретических и практических аспектов данного метода интенсификации теплообмена посвящено большое число работ таких видных ученых, как Г. А. Дрейцер, В. К. Мигай и другие, но в основном для турбулентного и переходного режимов течения. Г. А. Дрейцером [10] также изучен вопрос об эффектах солеотложения на шероховатых по-

верхностях теплообмена, где показано преимущество этих поверхностей в этом плане перед гладкими трубами и каналами.

Разумеется, выбор метода интенсификации теплообмена в каждом случае индивидуален и определяется назначением аппарата, его конструкцией, свойствами рабочего тела и тому подобными факторами.

Литература:

1. Лаптев, А. Г., Николаев Н. А., Башаров М. М. Методы интенсификации и моделирования тепломассообменных процессов. Учебно-справочное пособие. — М.: «Теплотехник», 2011, — 335 с.
2. Жукаускас, А. А. Конвективный перенос в теплообменниках. — М.: Наука, 1982. — 472 с.
3. Зозуля, Н. В., Шкуратов Н. Я. Теплоотдача в трубах с проволочными турбулизаторами // теплообмен в энергетических установках. — Минск, 1967. с. 36.
4. Клачак, А. Теплопередача в трубах с проволочными и ленточными турбулизаторами // Теплопередача. — 1973. — сер. С. — № 4. — с. 134–136.
5. Ковальногов, А. Ф., Шукин В. К. Экспериментальное исследование теплоотдачи в трубах при местной закрутке потока шнековыми закручивателями // Теплоэнергетика. — 1968. — № 6. — с. 81–84.
6. Назмеев, Ю. Г., Николаев Н. А. Обобщение опытных данных по теплоотдаче в трубах с ленточными завихрителями // Теплоэнергетика. — 1980. — № 3. — с. 51–53.
7. Шукин, В. К. Обобщение опытных данных по теплоотдаче в трубах с ленточными завихрителями // Изв. Вузов. Авиационная техника. — 1967. — № 2. — с. 14–19.
8. Мигай, В. К. Моделирование теплообменного и энергетического оборудования. — Л.: Энергоатомиздат, 1987. — 236 с.
9. Рзаев, А. И., Филатов Л. Л., Циклаури Г. В. и др. Влияние геометрии интенсификатора — спиральных канавок на конвективную теплоотдачу в трубах // Теплоэнергетика. — 1992. — № 2. — с. 53–55.
10. Дрейцер, Г. А. Исследование солеотложений при течении воды с повышенной карбонатной жесткостью в каналах с дискретными турбулизаторами // Теплоэнергетика. — 1996. — № 3. — с. 30–35.

Современное состояние исследований по интенсификации процессов гидродинамики и теплообмена в каналах с локальными завихрителями. Часть 1

Ибрагимов Умиджон Хикматуллаевич, соискатель
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Иntenсификация теплообмена в теплообменных аппаратах имеет большое народнохозяйственное значение. В результате интенсификации процессов теплообмена можно добиться существенного уменьшения массы и габаритов теплообменного оборудования, а также обеспечить заданный температурный уровень элементов этого оборудования и повысить надежность их работы.

По современной классификации методов интенсификации теплообмена [1–3] закрутка потока в каналах, создаваемая с помощью закручивающих устройств, относится к пассивным методам интенсификации, т. е. не требует дополнительного подвода энергии извне в отличие от активных методов, к которым относятся, например, такие, как вибрация теплообменной поверхности или магнитного полей, перемешивание жидкости или вращение поверхно-

стей теплообмена, вдув или отсос рабочей среды через пористую поверхность.

Закрутка потока в каналах может обеспечиваться не только специально предназначенными для этого закручивающими устройствами, такими, как скрученные ленты, шнеки, устройства для тангенциального подвода теплоносителя или аксиально-лопаточные завихрители, но и другими методами, также отнесенными в классификациях к пассивным: оребрением, развитием и профилированием поверхностей, винтовыми вставками, накатками, навивками и т. п. В промышленности и энергетике пассивные методы интенсификации теплообмена, занимают ведущую роль. Это обусловило широкое распространение в технике способа интенсификации теплообмена с помощью закручивающих элементов различной геометрии.

Локальная закрутка потока осуществляется с помощью аксиально-лопаточных завихрителей, путем тангенциального ввода жидкости через один или несколько периферийных подводов, а также посредством улиточных завихрителей или тангенциально-лопаточных устройств [1–3].

Тангенциальный подвод жидкости в трубу осуществляется через одно или несколько отверстий. Эти отверстия могут иметь круглую или прямоугольную форму поперечного сечения, при этом возможно различное распределение подводящей жидкости по периметру поперечного сечения трубы и ее длине. Обычно закрутка потока таким способом осуществляется в начале трубы, при этом через

тангенциальные каналы может подводиться вся жидкость или только часть ее.

Тангенциальный завихритель — наиболее простое и распространенное устройство (рис. 1, а). Форма подводящих каналов в тангенциальном завихрителе может быть прямоугольной, круглой или овальной. Число подводящих каналов изменяется от одного до четырех, при их увеличении степень азимутальной неравномерности скорости за завихрителем уменьшается. Основными геометрическими параметрами тангенциального завихрителя являются ширина b и высота a подводящего канала, диаметр d и длина l отводящего патрубка e [3].

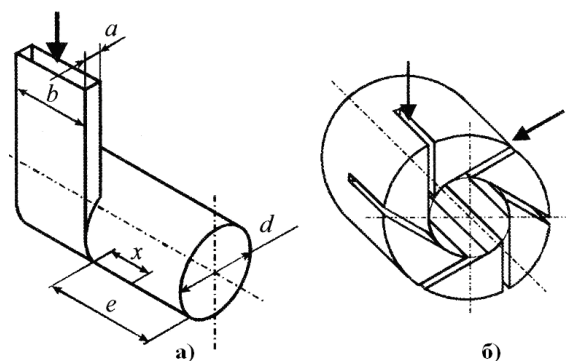


Рис. 1. Виды завихрителей: а) тангенциальный завихритель; б) тангенциально-щелевой завихритель

Теплоотдача в трубе с тангенциальным завихрителем на входе в трубу подробно исследовалась А. Абкарян, А. Най и Р. Уэст (США). Для низких чисел Рейнольдса ($Re_d \approx 10^4$) опытные данные обобщены уравнением (А. Най и Р. Уэст) [1]:

$$Nu_d / Nu_\infty = (1 + \Phi)^{1,75} \quad (1)$$

которое получено для трубы длиной $l/d=18,0$. В области $Re_d=(2...5) \cdot 10^5$ при $\Phi < 2,4$ опытные данные для трубы $l/d=25,0$ обобщены уравнением (А. Абкарян) [1]:

$$Nu_d / Nu_\infty = (1 + \Phi)^{1,7} \quad (2)$$

Теплоотдача при охлаждении воздуха в длинной трубе ($l/d=39$) при тангенциальном подводе теплоносителя через одно отверстие исследовалась при различных конструктивных параметрах входа [4]. Опыты, проведенные при $Re=3 \cdot 10^3...2 \cdot 10^4$ и $\bar{F}_{ax}=0,5...1$, показывают, что уменьшение \bar{F}_{ax} сопровождается повышением интенсивности теплообмена.

Лучшие результаты, полученные в [4] в диапазоне $Re=3 \cdot 10^3...10^4$ с помощью тангенциального завихрителя, имеющего $\bar{F}_{ax}=0,5$, можно охарактеризовать уравнением подобия

$$Nu_f = 0,417 Re_f^{0,57} \quad (3)$$

Тангенциально-щелевой завихритель (рис. 1, б) представляющий собой полый цилиндр, на торце которого выполнены узкие щели. Изменение степени закрутки

завихрителя достигается изменением числа пазов и углов их наклона.

Локальная теплоотдача от поверхности трубы к воздушному потоку при закрутке тангенциально-щелевым завихрителем изучена Э. Волчковым и В. Тереховым. Угол закрутки потока на выходе из завихрителя достигал 74° . Полученные опытные данные обобщены уравнением

$$Nu_x = 0,0288 Re_x^{0,8} \cdot Pr^{0,4} (1 + tg^2 \varphi^*)^{0,4} \quad (4)$$

Здесь: φ^* — текущее значение угла закрутки потока около поверхности канала.

Э. Волчков и С. Спотарь исследовали локальную теплоотдачу в трубе с частичной закруткой. Угол закрутки потока на выходе из завихрителя достигал 74 градусов. При течении воздуха опытные данные обобщены уравнением

$$Nu_x = 0,113 \cdot Re_x \cdot Pr_x^{0,4} \cdot x^{-0,56} (1 + tg^2 \varphi^*)^{0,4} \quad (5)$$

Уравнение (5) получено в области $\bar{x}=20...110$, $\epsilon/R=0,125$ [3].

Недостатки таких завихрителей интенсивность создаваемой ими закрутки уменьшается по длине трубы, поэтому при длинных трубах закрутки потока надо многократно повторять.

Лопаточный завихритель представляет собой осевой направляющий аппарат слопатками, расположенными по радиусу канала. Лопатки крепятся к внешнему кольцу и центральному телу диаметром d_0 и располагаются под

определенным углом к оси канала. Конструкция лопаточных завихрителей показано на рис. 2. Лопатки завихрителя могут быть плоскими или криволинейными [3].

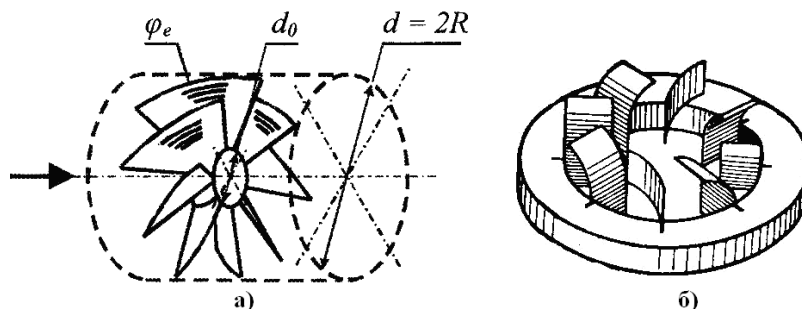


Рис. 2. Лопаточные завихрители: а) аксиально-лопаточный завихритель; б) завихритель с профилированными лопатками

А. Сударевым, В Антоновским и Л. Кузнецовым изучен локальный теплообмен в трубе длиной $l/d=100$ с закруткой воздуха аксиально-лопаточным завихрителем с постоянным углом закрутки лопаток ($n=0$). Угол закрутки лопаток φ_e изменялся от 50 до 78 градусов, безразмерный диаметр центрального тела \bar{d}_0 составлял 0,65...0,83. В диапазоне изменения числа Re_x от 10^5 до 10^7 опытные данные обобщены уравнением

$$Nu_x = 0,026K(1 + tg\varphi_e)^{0,77} Re_x^{0,8} \exp(0,42\bar{d}_0^3) \quad (6)$$

Здесь $K = (\bar{w}_m / \bar{w}_x)^{0,8}$ — параметр, определяющий изменение максимальной осевой скорости \bar{w}_m по длине трубы.

А. Халатовым и В. Летягиным выполнены подробные исследования локального теплообмена в трубе длиной $l/d=150$ при закрутке воздуха аксиально-лопаточным завихрителем, сконструированным по степенному закону $tg\varphi = tg\varphi_c (R/r)^n$. В диапазоне изменения угла φ_c от 15° до 60° и показателе степени n от -1 до $+3$ ($\bar{r}_0 = 0,47$) получено следующее уравнение

$$Nu_x = 0,0306 Re_x^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \cdot \varepsilon_\varphi \cdot \varepsilon_T \quad (7)$$

где

$$\varepsilon_\varphi = 1 + 0,49(\Phi - 0,19)^{0,61} \quad (8)$$

Здесь ε_φ — фактор закрутки потока.

В. Шукин и А. Ковальногов [1] исследовали локальную теплоотдачу в трубе с частичной закруткой потока при течении воды. В диапазоне $Re_d = (1...9) \cdot 10^4$ опытные данные обобщены уравнением ($l/d=60$)

$$Nu_f = 0,024 Re_f^{0,8} Pr^{0,4} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_w}\right)^{0,25} \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_x \quad (9)$$

Результаты исследования теплоотдачи в трубах с лопаточными завихрителями при $\varphi=75^\circ$ и $n=0$ даны в виде графиков $K_f=f(Re_f)$ [1].

Результаты исследования теплоотдачи при $n=0$, φ равном $15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$, и 75° , $Re=10^4 \div 9 \cdot 10^4$ для длинных труб ($l/d=60$) обобщены критериальным уравнением

$$Nu_f = 0,021 Re_f^{0,8} Pr_f^{0,43} \left(\frac{Pr_f}{Pr_w}\right)^{0,25} \left(1 + 0,147\bar{\varphi}^{-0,82}\right) \quad (10)$$

Результаты исследования теплоотдачи в длинных трубах при закрутке потока на внешнем диаметре $\varphi=45^\circ$ и n , равном $-1; 0$; и 3 в том же диапазоне изменения критерия Re обобщены критериальным уравнением

$$Nu_f = 0,0286 Re_f^{0,8} Pr_f^{0,43} \left(\frac{Pr_f}{Pr_w}\right)^{0,25} (1 + 0,044n) \quad (11)$$

Результаты обобщения опытных данных по теплоотдаче в трубах с лопаточными завихрителями даны в виде графиков $K_\varphi=f(Re_f)$ и $K_n=f(Re_f)$ [2].

Наибольшее отклонение опытных точек от зависимостей, соответствующих формулам (10) и (11), не превышает 6 %.

Анализ полученных результатов показывает, что при одинаковых коэффициентах a завихрители с $n>0$ характеризуются несколько меньшим гидравлическим сопротивлением, чем завихрители с $n=0$. Так, длинные трубы с завихрителями, имеющими $\varphi=75^\circ, n=0$ и $\varphi=45^\circ, n=3$, при $Re=idem$ характеризуются одинаковой интенсивностью теплообмена. Коэффициент гидравлического сопротивления при $Re=10^4 \div 9 \cdot 10^4$ для трубы с первым завихрителем больше, чем со вторым, при $l/d=60$ на 2,5–5 %, при $l/d=50$ — на 8–12 %, при $l/d=30$ — на 10–15 %.

Недостатком лопаточного завихрителя является азимутальная скоростная неравномерность на выходе, обусловленная конечным числом каналов и вязкими свойствами потока. Поэтому угол закрутки лопаток значим только в том случае, когда имеет место взаимное «перекрытие» плоскостей лопаток.

Литература:

1. Шукин, В. К. Теплообмен и гидродинамика внутренних потоков в полях массовых сил. — М.: Машиностроение, 1980, — 240.
2. Шукин, В. К. Теплообмен и гидродинамики внутренних потоков в полях массовых сил. — М.: Машиностроение, 1970, — 331 с.
3. Халатов, А. А., Борисов И. И., Шевцов С. В. Теплообмен и теплогидравлическая эффективность вихревых и закрученных потоков. Киев. 2005, — 500 с.
4. Халатов, А. А. Теория и практика закрученных потоков. — Киев: Наукова Думка, 1989, — 200 с.
5. Шукин, В. К., Халатов А. А. Теплообмен, массообмен и гидродинамика закрученных потоков в осесимметричных каналах. — М.: Машиностроение, 1982, — 200 с.

Основные требования, предъявляемые к зданиям и их элементам

Иванова Татьяна Алексеевна, студент;
Понедельчук Екатерина Георгиевна, студент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Общее понятие о зданиях и сооружениях.

В строительстве есть 2 основных понятия «здание» и «сооружение».

Сооружением называют все, что построено человеком искусственно для ублажения своих материальных и духовных потребностей.

Зданием называют наземное строение, которое имеет определенное пространство внутри. Такое строение рассчитано для осуществления определенной деятельности человека. Таким образом, можно сказать, что понятие «сооружение» содержит в себе и понятие «здание». На практике, все другие сооружения, которые не относятся к зданиям, относят к инженерным сооружениям, которые выполняют только лишь технические функции.

Как классифицируют здания и сооружения?

Здания и сооружения в зависимости от назначения подразделяют на:

- гражданские (жилые дома, общественные здания);
- промышленные (заводы, фабрики котельные);
- сельскохозяйственные (птицефермы, свинарники, овощехранилища).

Основные требования, предъявляемые к сооружениям и зданиям, а также их элементам.

Здания и сооружения — есть материально-пространственная сфера для реализации человеком всевозможных общественных процессов быта, работы и отдыха. Именно поэтому, они обязательно должны соответствовать определенным требованиям:



Рис. 1.

— **Функциональная полезность**, которая подразумевает удобство для работы, отдыха и других процессов;

— **Техническая полезность**, подразумевающая технологические факторы, необходимые для человека: прочность, устойчивость, долговечность, надежность;

— **Художественная привлекательность**, которая привлекает интерес к интерьеру;

— **Финансовая полезность**, которая подразумевает минимальные затраты и максимальную выгоду использования;

— **Охрана окружающей среды.**

Функциональные требования, предъявляемые к сооружениям и зданиям, имеют особую важность. Каждое здание и каждое сооружение всегда строится для определенных целей человека, поэтому первоначально уделяют особое внимание помещению. К основным требованиям к помещению являются:

— **Качество среды**, т. е. пространство, которое требуется для работы человека, размещения оборудования или мебели, а также передвижения людей;

— **Микроклимат** — количество воздуха для дыхания с требуемой температурой, влажностью и скоростью движения. Воздушная среда зависит от чистоты самого воздуха, т. е. требуется минимальное количество газов и пыли в воздухе;

— **Звуковые требования** — т. е. отсутствие лишнего шума, которое может возникнуть непосредственно в

самом помещении, а также проникнуть вовнутрь из вне;

— **Световые требования**, соблюдение которых влияет на нормальную работу органов зрения.

Техническая полезность здания или сооружения основывается на их конструкции, которая должна полностью соответствовать законам механики, физики, химии.

Основными требованиями к технической полезности являются:

Прочность — способность воспринимать любые нагрузки и воздействия не разрушаясь и не оставляя деформационные отклонения;

Устойчивость — способность здания (сооружения) противостоять напряжениям, стремящимся вывести его из исходного состояния;

Долговечность, подразумевающая наличие прочности, устойчивости здания и его элементов к таким факторам, как: ползучесть — деформация материала, морозостойкость, влагостойкость, т. е. способность не набухать, не размягчаться, не расслаиваться и не растрескиваться, коррозионностойкость, т. е. не разрушаться под действием химических веществ и стойкость к действиям насекомых и микроорганизмов.

Огнестойкость — способность строительных конструкций ограничивать распространение огня, а также сохранять необходимые эксплуатационные качества при высоких температурах в условиях пожара.

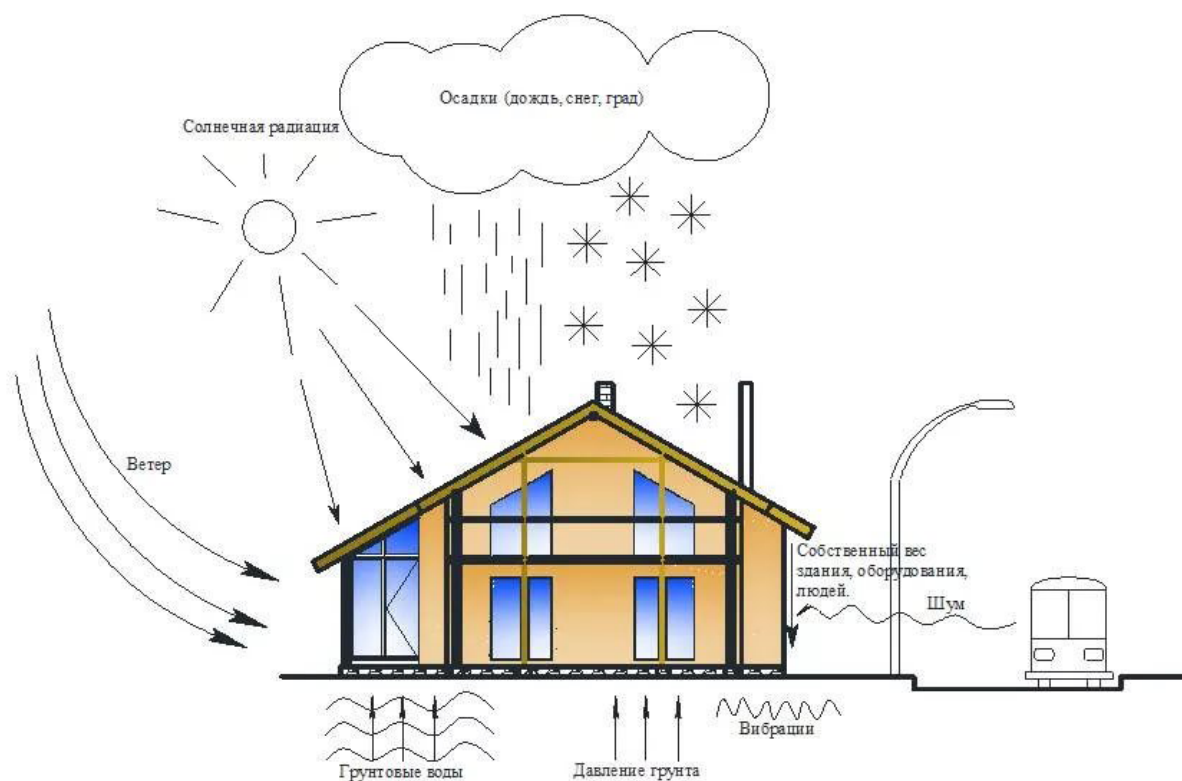


Рис. 2.

Литература:

1. ГОСТ 4.200–78 от 25 октября 1978 г. № 208.

2. Белоконев, Е.Н., Абуханов А.З., Чистяков А.А. Основы архитектуры зданий и сооружений: Учеб. пособ. — Р-н-Д, 2005.
3. Маклакова, Т.Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий. — М.: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2002.
4. Википедия. https://ru.wikipedia.org/wiki/Здания_и_сооружения.

Использование теплонасосных установок (ТНУ) в промышленности

Кадыров Исмаил Норкобилович, кандидат физико-математических наук, доцент;

Камилова Нодира Абдурахмоновна, соискатель;

Шомуратова Сохиба Мустафакуловна, соискатель

Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

На сегодняшний день продукция нефтехимического комплекса Узбекистан высоко энерго- и материалоемка, а по затратам тепловой энергии занимает первые позиции в промышленности страны. Нефтехимические предприятия требуют около 4,1% добываемого природного топлива и 7,6% электроэнергии от всего потребляемого объема по стране. Решение проблемы снижения энергоёмкости нефтехимических производств может заключаться в максимальном вовлечении побочных энерго-ресурсов предприятия в его общий.

Сэкономив одну единицу энергии на стадии потребления, можно добиться экономии от 3 до 15 эквивалентных единиц природного топлива на стадии добычи, то есть от 778,2 до 5508 тыс. т. у. т. в год [1]. Поэтому появляется потребность в эффективных энергосберегающих мероприятиях, направленных на утилизацию вторичных энергоресурсов (ВЭР). Выделяются следующие основные ВЭР нефтехимических производств:

- теплота охлаждаемых продуктов или полупродуктов производства;
- теплота, отведенная от охлаждаемых конструкций (компрессоров, печей и т. п.), в том числе теплота химических реакций, отведенная через элементы конструкций реакторов или водяные рубашки;
- теплота обратной сетевой воды или парового конденсата;
- теплота оборотной воды градирен;
- теплота отработавших газов котлов и печей.

Так как температура жидких теплоносителей редко превышает 150°C, а газообразных — 350°C, то все вышеуказанные виды ВЭР относятся к низкопотенциальным. Такие ВЭР не соответствуют требованиям, выдвигаемым высокотемпературными технологиями крупнотоннажных нефтехимических производств и практически полностью сбрасываются в атмосферу. С целью повышения температурного потенциала ВЭР до необходимого уровня применяются теплонасосные установки (ТНУ).

Энергоустановки на базе ТНУ имеют следующие преимущества:

- снижение себестоимости вырабатываемой теплоты в отличие от топливосжигающих источников энергоресурсов;

— достижение экономии топливно-энергетических ресурсов;

— отсутствие или сокращение вредных выбросов, в том числе термического загрязнения окружающей среды;

— сокращение потерей при транспортировке, расходов на содержание и строительство теплотрасс по причине близкого расположения источника теплоты к потребителю.

В настоящее время на нефтехимических предприятиях стало возможным расширение области применения ТНУ за счет внедрения комбинированных ТНУ с отпуском от одной установки теплоносителей нескольких параметров.

Проанализируем термодинамическую и энергетическую эффективности трех видов ТНУ парокомпрессионного типа (во всех установках рабочим агентом является высокотемпературный фреон R133a).

1. ТНУ многоцелевого назначения для отпуска теплоты на тепловые нужды отопления и горячего водоснабжения (рисунок 1).

Данная типовая схема ТНУ позволяет получать в отопительный период теплоносители двух температурных уровней: $t_1 = 55 - 65^\circ\text{C}$ (нагрузка горячего водоснабжения) и $t_2 = 95^\circ\text{C}$ (отопительная нагрузка), а в летний период работает в режиме холодильной машины и отпускает заохладженную воду (хладоноситель) $t = 12^\circ\text{C}$.

Принцип работы ТНУ на рисунке 1 установки состоит в следующем. В конденсатор поступают пары фреона, которые предварительно были сжаты в компрессоре. Там они охлаждаются и отдают теплоту воде. Вода, нагретая до $t = 95^\circ\text{C}$, поступает в систему отопления. В теплообменнике охлажденные после конденсатора пары фреона доохлаждаются, а вода, нагретая до температуры $t = 65^\circ\text{C}$, идет на нужды горячего водоснабжения (ГВС). Затем переохлажденный фреон, поступая в дроссельный вентиль, дросселируется до давления испарения и в жидком состоянии поступает в испаритель, в котором кипит за счет теплоты ВЭР ($t = 40^\circ\text{C}$).

Согласно анализу, использование такой ТНУ не может широко использоваться в нефтехимической отрасли из-за невысокой температуры получаемого теплоносителя; а из-за снижения нагрузки ГВС и отсутствием отопительной

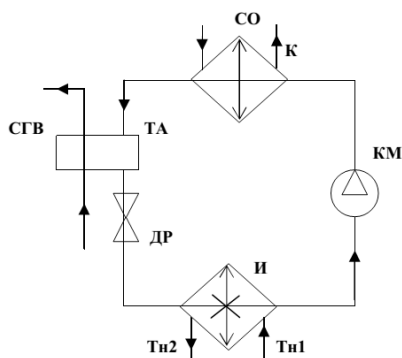


Рис. 1. Схема теплового насоса, вырабатывающего теплоноситель двух уровней: КМ-компрессор; К-конденсатор; ДР-дрессельный вентиль; И-испаритель; СО-система отопления; СГВ-система горячего водоснабжения; ТА-теплообменник

нагрузки в летний период использование теплоты конденсации фреона становится почти невозможным (в связи с тем, что в нефтехимической отрасли высока доля нагрузки по технологическому пару с температурой $t = 140 - 200^{\circ}\text{C}$, а включение данной ТНУ в систему покрывает с только нагрузку отопления и ГВС [2].

2. ТНУ для комплексного тепло- и хладоснабжения (рисунок 2).

Такая ТНУ предназначена для обеспечения производства охлажденной водой ($t = 12^{\circ}\text{C}$), циркулирующей в замкнутой системе охлаждения от нагретых конструкций с одновременным получением горячей воды с температурой до 95°C .

Принцип работы установки следующий. В конденсатор К поступают пары фреона, сжатые в компрессоре КМ, в котором они конденсируются. От конденсатора отводится вода с температурой $t = 95^{\circ}\text{C}$. Влажные пары фреона после конденсатора дросселируются и направляются в испаритель И. за счет отводимой теплоты от нагретой воды в испарителе происходит процесс кипения хладагента, воз-

вращаемой из системы охлаждения, охлаждая ее $t = 12^{\circ}\text{C}$, а затем снова поступает на линию всасывания компрессора КМ.

Несмотря на возможность решить проблему тепловых нагрузок, связанных с сезонностью, данная установка также имеет множество недостатков как ТНУ на рис. 1 [3].

3. Каскадная ТНУ для отпуска пара промышленных параметров с применением двух и более рабочих агентов (рисунок 3).

Структура каскадной ТНУ открытого типа предполагает наличие двух контуров, связанных между собой с помощью узла ИКД. Хладагент R133a циркулирует в нижней ветви, вода — в верхней. Испаряясь, фреон отбирает теплоту у вторичного источника теплоты с температурой около 40°C , после чего в компрессоре Км1 происходит сжатие паров фреона, которые поступают в

ИКД с температурой $105 - 110^{\circ}\text{C}$. Охлаждаясь, они отдают теплоту питательной воде, после чего компрессором Км2 отсасывается водяной пар, а в нем температура по-

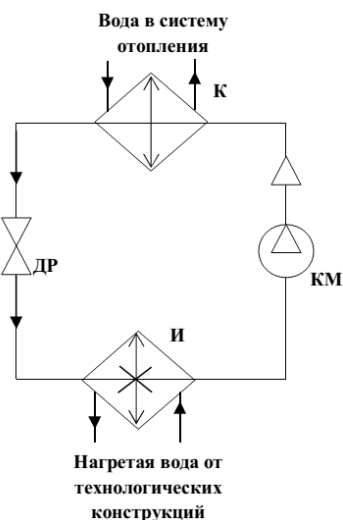


Рис. 2. Установка комплексного тепло- и хладоснабжения. Обозначения аналогичны приведенным на рисунке 1

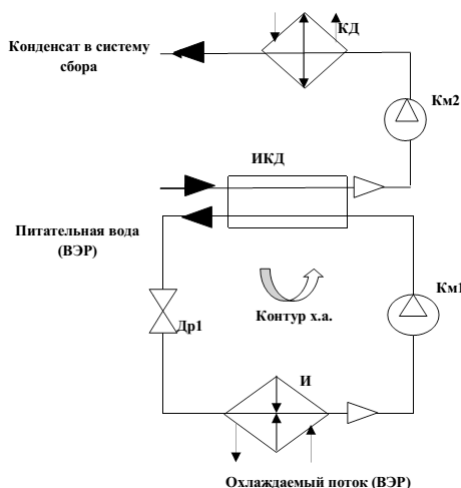


Рис. 3. Схема каскадной теплонасосной установки: ИКД-испарительно-конденсаторный аппарат. Обозначения аналогичны приведенным на рисунке 1

вышается до 150°C. Пар с такой температурой и давлением 0,45МПа отправляется на технологические нужды потребителю, а затем в виде конденсата отработанный пар возвращается в систему возврата и сбора конденсата. Каскадная установка наиболее выгодна для нефтехимиче-

ской промышленности, так как вырабатывает пар с подходящими параметрами (давление 0,45–0,6 Мпа).

Рассмотрим энергетическую и термодинамическую эффективность установок на 1000 кВт отпущенной теплоты и холода (таблица 1).

Таблица 1. Расчетные показатели энергетической и термодинамической эффективности установок

	q_0 , кДж/кг	$q_{кд}$, кДж/кг	$l_{км}$, кДж/кг	G, кг/час	μ	Q_0 , кВт	B, т. у. т
Установка 1							
Режим отопления (зимой)	194,6	253,82	55,09	5,15	4,6	800,82	32,96
Режим отопления (летом)	202,23	272,56	78,03	4,68	3,5	745,21	25,37
Установка 2							
Комбинированная установка	202,23	272,56	78,03	4,68	3,5	745,21	25,37
Установка 3							
Каскадная установка (вода/фреон R133a)	62,74	104,92	55,06	10,62	3,5	595,11	21,28

Принятые обозначения: q_0 -удельное количество тепла, подведенное в испарителе к хладагенту, кДж/кг; $q_{кд}$ -удельная тепловая нагрузка конденсатора, кДж/кг; $l_{км}$ -удельная работа сжатия компрессора, кДж/кг; G-расход хладагента, кг/с; μ -коэффициент преобразования энергии; B-экономия топлива, т. у. т. Определяющий коэффициент преобразования энергии коэффициент $\mu = q_{кд} / l_{км}$ для первых двух установок выше, чем для каскадной. Происходит это из-за разницы в температурных уровнях температуры ВЭР и температуры кон-

денсации/испарения (с 40 до 95°C)/ (с 40 до 12°C). Преимущество каскадной ТНУ — возможность покрывать нагрузку на пар технологических параметров круглый год, что для нефтехимического предприятия является самым важным фактором. Выход ВЭР на таких предприятиях круглогодичен, а вследствие отсутствия необходимости в горячей воде в летний сезон использование установок 1 и 2 в такой период экономически нецелесообразно. Поэтому каскадные установки в нефтехимии наиболее эффективны.

Литература:

1. Назмеев, Ю.Г., Конахина И.А. Организация энерготехнологических комплексов в нефтехимической промышленности. М.: Издательство МЭИ, 2001. 364 с.
2. Мартынов, А.В., Яворовский Ю.В. Использование вторичных энергоресурсов (ВЭР) на предприятиях химической промышленности // Химическая промышленность. 2000. № 4. с. 3.
3. Везиришвили, О.Ш., Меладзе Н.В. Энергосберегающие теплонасосные системы тепло- и хладоснабжения. М.: Издательство МЭИ, 1994. 79 с.

Повышение топливной экономичности двигателя внутреннего сгорания

Конов Максим Юрьевич, магистрант

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева (г. Саранск)

В статье рассматриваются особенности процесса магнитной активации топлива. Представлены результаты разработки и исследования магнитного активатора на основе неодимового магнита.

Ключевые слова: магнитный активатор, технико-экономические показатели, экономия топлива, углеводородные связи

Современные двигатели внутреннего сгорания (ДВС) — гораздо мощные и экономичные по сравнению с теми, которые выпускались ещё 40–50 лет назад. Тем не менее, производители непрерывно работают над совершенствованием ДВС, делая основной упор на их топливную экономичность.

К ДВС предъявляются следующие требования:

- высокая агрегатная и удельная мощности, обеспечивающие требуемые технико-экономические и динамические показатели транспортного средства;
- низкий удельный расход топлива;
- низкий расход смазочных, охлаждающих и других рабочих материалов;
- хорошие экологические показатели (низкий уровень химического, теплового загрязнения окружающей среды);
- высокая эксплуатационная надежность в любых климатических условиях и условия эксплуатации (высокие долговечность, наработка на отказ, ремонтпригодность, сохраняемость);
- хорошие показатели маневренности (легкий пуск при низких и повышенных температурах, минимальное время подготовки к приему нагрузки);
- низкая стоимость изготовления;
- малые затраты на обслуживание и ремонт;
- технологичность конструкции;
- низкая металлоемкость;
- высокий уровень стандартизации и унификации;

Среди приведенных показателей качества ДВС основными на настоящем этапе являются технико-экономические показатели, экологические показатели, а так же надежность, стоимость изготовления и эксплуатации, удельная мощность при сохранении на приемлемом уровне других показателей качества.

В настоящее время существует множество вариантов повышения технико-экономических показателей. Одним из таких способов является подготовка топливной смеси перед подачей в ДВС. Подготовка топлива осуществляется за счет обработки топлива магнитным полем неодимового магнита. Магнитная обработка топлива осуществляется за счет установки магнитного активатора после топливного насоса на топливопровод или в его разрыв. Магнитный активатор (МА) представляет собой электромагнит, либо неодимовый магнит. Магнитные активаторы топлива, улучшают качество любого топлива, увеличивая полноту его горения. Основные различия

конструкций МА состоят в расположении магнитов относительно корпуса магнитного активатора. Они могут быть расположены как внутри, так и снаружи корпуса активатора. Магнитные активаторы достаточно просты по конструкции и не требуют дополнительного обслуживания и никаких дополнительных расходных материалов в течение периода эксплуатации. Простота конструкции магнитного активатора с внешним размещением магнитов позволяет устанавливать его на топливопровод без его разборки, укрепив хомутами. Дальнейший уход за ним не требуется [1].

Принцип работы магнитного активатора заключается в том, что своим мощным магнитным полем МА разрывает углеводородные связи топлива, модифицируя воздушно-топливную смесь в однородную массу, повышает её теплотворность и до 5–10% экономит исходное топливо для любого ДВС, поскольку обеспечивает полное сгорание уже иного, более энергетического топлива, полученного на выходе магнитного активатора [2]. Под действием сильных магнитных полей молекулы топлива изменяют свою конфигурацию, вследствие этого сила связи между молекулами значительно уменьшается, т. е. повышается внутренняя энергия топлива. В то же время сложные молекулы топлива частично дробятся и ионизируются, двигаясь в направлении противоположном направлению внешнего магнитного поля [4]. Сгорание топлива в ДВС становится более эффективным, а количество выхлопных газов уменьшается. На рис. 1 схематично показан принцип работы магнитного активатора.

Магнитные активаторы топлива обеспечивают для ДВС следующие положительные эффекты на чистом топливе:

- снижение расхода любого топлива до 5–10%;
- увеличение срока службы двигателей;
- не требует специального инструмента и навыков;
- уменьшение выброса вредных газов в атмосферу;
- могут использоваться на любых ДВС;

На более низких сортах топлива эффект от магнитной обработки становится мало заметным. Таким образом, совершенствование магнитной обработки топлива в системе топливоподачи ДВС является актуальным и практически значимым.

Для решения поставленных задач была разработана и выполнена экспериментальная установка, представляющая собой физическую модель магнитного активатора

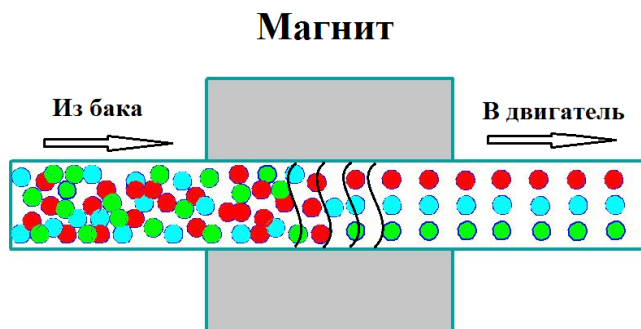


Рис. 1. Принцип работы магнитного активатора

топлива. Она предназначена для изучения влияния магнитного поля на молекулы топлива.

На рис. 2 показана экспериментальная установка, которая представляет собой топливный насос ГАЗ-53 с латунной проставкой (рис. 3), установленной в топливном насосе выше диафрагмы. В проставку устанавливается неодимовый магнит, который является активатором топлива.

Устройство работает следующим образом. К двигателю марки «40210А» подключался бензонасос со встроенным в него неодимовым магнитом. Топливо проходя через магнитное поле изменяет свою конфигурацию, вследствие этого сила связи между молекулами топлива и их поверхностное натяжение в кластерах топлива уменьшается, т. е. повышает тем самым внутреннюю энергию топлива и равномерно распределяет их в потоке таким образом, чтобы горение топлива в ДВС происходило эффективнее. Схема

установки магнитного активатора на ДВС приведена на рис. 4.

Результаты эксперимента были получены следующим образом. К двигателю марки «40210А» номинальной мощностью 66,2 кВт подключался бензонасос со встроенным в него неодимовым магнитом, и учитывался расход топлива за определенный промежуток времени при определенных оборотах двигателя в минуту (1500 об/мин). Затем магнит с бензонасоса извлекался и проводились те же испытания. В результате были получены данные по расходу топлива с использованием магнита в бензонасосе и без него (таблица 1,2).

По данным таблиц 1 и 2 можно сделать вывод, что экономия топлива за 30 минут работы двигателя и при нагрузке 3 кВт*ч составляет 1,33 грамма (0,417%), а при нагрузке 6 кВт*ч составляет 1,34 грамм (0,356%).

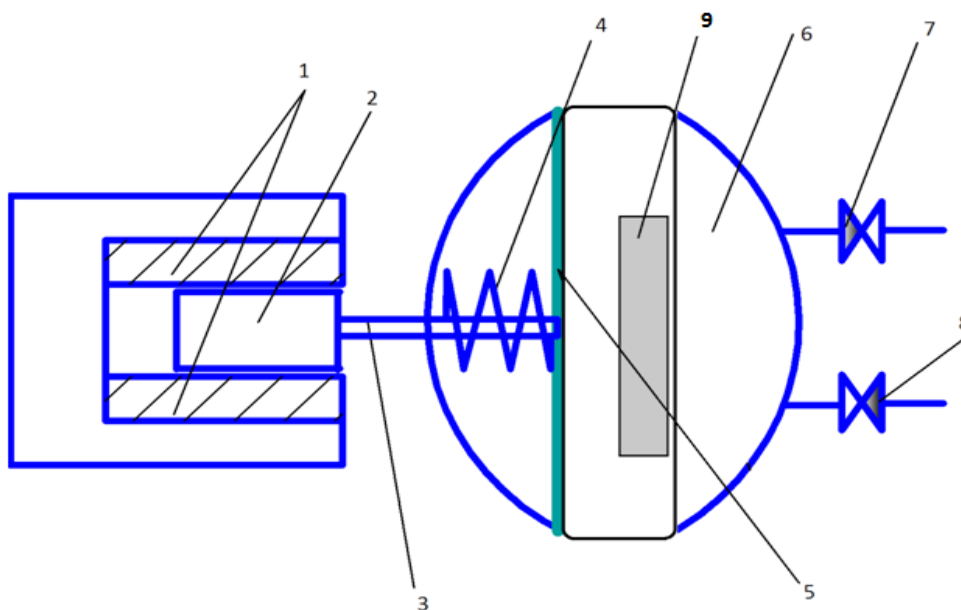


Рис. 2. Схема принципиальной установки (бензонасоса)

Устройство включает основные элементы: 1 — электромагнитная катушка; 2 — якорь; 3 — привод якоря; 4 — пружина; 5 — диафрагма; 6 — топливная камера; 7 — впускной клапан; 8 — выпускной клапан; 9 — латунная проставка с неодимовым магнитом.

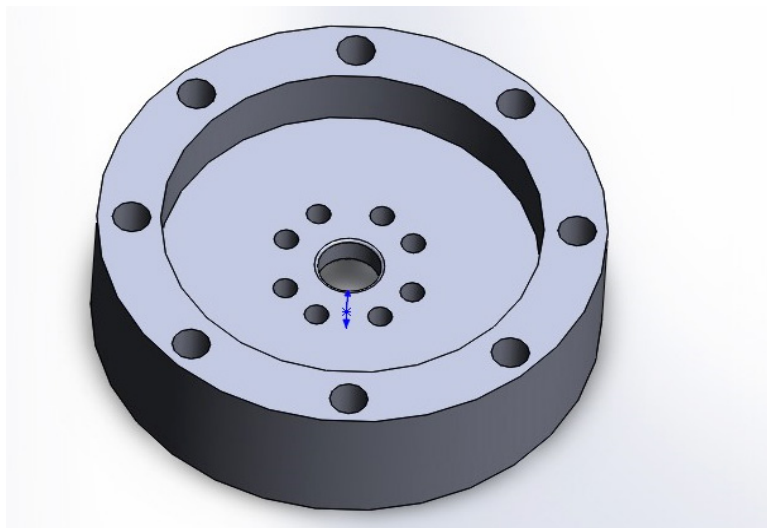


Рис. 3. Проставка под неодимовый магнит



Рис. 4. Схема установки магнитного активатора на ДВС

Таблица 1. Данные по расходу топлива при нагрузке двигателя 3 кВт*ч.

Нагрузка двигателя — 3 кВт*ч				
Время, мин	С магнитным активатором		Без магнитного активатора	
	Расход топлива, г	Расход топлива за 30 минут, г	Расход топлива, г	Расход топлива за 30 минут, г
1	10,66	10,66	10,66	10,66
2	10,33	20,99	10,33	20,99
3	11	31,99	10,66	31,65
4	10,66	42,65	10,66	42,31
5	10,33	52,98	11	53,31
6	10,66	63,64	10,66	63,97
7	11	74,64	10,66	74,63
8	10,33	84,97	11	85,63
9	10,33	95,3	10,66	96,29
10	10,66	105,96	10,66	106,95
11	10,66	116,62	10,66	117,61
12	10,33	126,95	11	128,61

13	10,66	137,61	10,66	139,27
14	10,33	147,94	10,66	149,93
15	11	158,94	10,33	160,26
16	10,66	169,6	10,66	170,92
17	10,33	179,93	10,66	181,58
18	10,66	190,59	10,33	191,91
19	10,66	201,25	10,33	202,24
20	10,33	211,58	10,66	212,9
21	10,66	222,24	11	223,9
22	10,66	232,9	10,66	234,56
23	10,33	243,23	10,66	245,22
24	11	254,23	10,33	255,55
25	10,66	264,89	10,33	265,88
26	10,66	275,55	10,66	276,54
27	10,66	286,21	11	287,54
28	10,33	296,54	10,66	298,2
29	10,66	307,2	10,66	308,86
30	10,66	317,86	10,33	319,19

Таблица 2. Данные по расходу топлива при нагрузке двигателя 6 кВт*ч.

Нагрузка двигателя — 6 кВт*ч				
Время, мин	С магнитным активатором		Без магнитного активатора	
	Расход топлива, г	Расход топлива за 30 минут, г	Расход топлива, г	Расход топлива за 30 минут, г
1	11	11	11	11
2	10,83	21,83	11	22
3	11	32,83	10,83	32,83
4	10,83	43,66	10,83	43,66
5	10,83	54,49	11,16	54,82
6	11,16	65,65	10,83	65,65
7	10,66	76,31	11,16	76,81
8	11	87,31	11	87,81
9	11	98,31	11	98,81
10	10,83	109,14	10,83	109,64
11	10,83	119,97	11,16	120,8
12	10,66	130,63	11	131,8
13	10,83	141,46	10,66	142,46
14	10,66	152,12	11	153,46
15	11	163,12	10,66	164,12
16	10,83	173,95	10,83	174,95
17	11	184,95	10,83	185,78
18	10,83	195,78	11	196,78
19	10,66	206,44	10,83	207,61
20	11	217,44	11	218,61
21	11,16	228,6	11	229,61
22	10,83	239,43	10,83	240,44
23	10,83	250,26	11	251,44
24	11	261,26	10,83	262,27
25	10,66	271,92	11,16	273,43
26	11	282,92	10,66	284,09
27	10,83	293,75	10,83	294,92
28	10,66	304,41	11	305,92
29	10,83	315,24	10,83	316,75
30	11	326,24	10,83	327,58

Таким образом в результате проведения экспериментального исследования магнитной обработки топлива путем установки магнита в корпус топливного насоса существенных результатов не дало (эффект на уровне

0,5%). Дальнейшее повышение топливной экономичности ДВС в данной конструкции возможно с использованием кавитатора топлива в камере насоса перед магнитом.

Литература:

1. Пирсол, И., Кавитация. — М.: Изд-во «Мир», 1975. — 95 с.
2. Левцев, А. П., Импульсные системы тепло- и водоснабжения: монография / А. П. Левцев, А. Н. Макеев; под общ. ред. д-ра техн. наук проф. А. П. Левцева. — Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2015. — 172 с.
3. Потапов, Д. В., Любинский С. В., Патент № 2435649, В05В1/00. Топливный кавитатор; Заявл. 08.07.2010; Оpubл. 10.12.2011; Бюл. № 34.
4. Страйер, Л. Биохимия. — М.: Изд-во «Мир», 1984. — 232 с.
5. Карбушев, А. А., Антонян Е. В., Карбушева Г. Н., Карбушев В. Ф., Милокостенко Т. П. Патент № 2324838, F02M27/04. Магнитный активатор топлива; Заявл. 05.04.2006; Оpubл. 20.05.2008; Бюл № 14.

Исследование показателей оценки функционирования и развития маршрутной сети общественного пассажирского транспорта в Волгограде

Куликов Алексей Викторович, кандидат технических наук, доцент;

Кузина Юлия Владимировна, бакалавр

Волгоградский государственный технический университет

В статье рассмотрено развитие пассажирского транспорта в городе Волгограде. Описано исследование маршрутной сети общественного пассажирского транспорта. Сделаны выводы по организации функционирования системы общественного транспорта в городе Волгограде.

Ключевые слова: пассажирский городской транспорт, маршрутная сеть, система общественного транспорта

Город Волгоград находится на юго-востоке европейской части России, он является административным центром Волгоградской области. Большая протяженность города (более чем 85 км вдоль р. Волги) создает сложности для организации эффективной работы транспортной системы. С увеличением количества личных автомобилей возросла загруженность магистралей и улиц города. В часы пик большому количеству людей необходимо добраться из северной части города в центральную и южную его части, и наоборот. В городе выделяется три основные магистрали: 1-я, 2-я и 3-я Продольные.

Магистрали имеют начало с северной границы города (Саратовского направления). Три магистрали проходят через Тракторозаводский, Краснооктябрьский, Центральный и Ворошиловский районы, далее переходят в две в Советском районе города (остановка «СХИ»), и в Кировском районе (остановка ТЦ «Акварель») объединяются в одну, она продолжается до конца города в южном направлении (трасса М6).

На рис. 1 представлено месторасположение всех продольных магистралей города. Синим цветом обозначена 1-ая Продольная магистраль, красным цветом — 2-ая Продольная магистраль, зеленым — 3-я Продольная магистраль. Фиолетовым цветом на карте выделена 0-ая

Продольная магистраль, она еще на данный момент не достроена. 0-ая Продольная магистраль позволит разгрузить центр города. Она будет проходить по берегу р. Волги от ул. Маршала Чуйкова в Центральном районе до ул. Баррикадная в Ворошиловском районе.

В г. Волгограде хорошо развиты следующие виды городского пассажирского транспорта: трамвай, маршрутное такси, личный транспорт, автобус, троллейбус, электричка, речной транспорт. Основными видами пассажирского транспорта в городе в 2015 году являлись: трамвай, троллейбус и маршрутное такси.

Для того, чтобы определить насколько загружена главная улица города (пр. им. Ленина), оценить интенсивность движения, определить провозные возможности пассажирского транспорта, проводилось обследование в будние дни с 06 июля по 10 июля 2015 г. Обследование проводилось на трех остановочных пунктах («Комсомольская» (А-А), «Университет» (Б-Б) и «7-ая Гвардейская» (В-В)) в прямом и обратном направлении (рис. 2). На рис. 2 представлены маршруты, которые наблюдались в шести пунктах исследования.

В ходе исследования собиралась первичная информация. В каждом пункте учетчики подсчитывали количество проезжающих единиц подвижного состава общественного пассажирского транспорта, отмечали в



Рис. 1. Вид продольных магистралей на карте г. Волгограда

подготовленном заранее бланке номер маршрута, гос-номер ПС, время прибытия на остановочный пункт, количество вошедших и вышедших пассажиров, оценивалось наполнение салона и отмечалось время убытия с остановочного пункта транспортного средства (табл. 1). Далее полученные данные обрабатывались, определялось количество подвижного состава каждого маршрута, прибывающего на остановочный пункт по часам суток в утренние и вечерние часы «пик». Определялся пассажирообмен остановочных пунктов, время оборота под-

вижного состава на каждом маршруте. [6, 7, 8, 9, 10] Исследовалось 60 маршрутов: в 1 пункте — 33 маршрута, во 2 пункте — 35 маршрутов, в 3 пункте — 50 маршрутов, в 4 пункте — 49 маршрутов, в 5 пункте — 35 маршрутов и в 6 пункте — 33 маршрута (см. рис. 2). Приведем примеры обработки данных обследования одного маршрута № 2Сза один день (06.07.15, понедельник) в утренние часы с 7:00 до 11:00. На рис. 3–4 приведены характеристики работы ПС на маршруте № 2С.

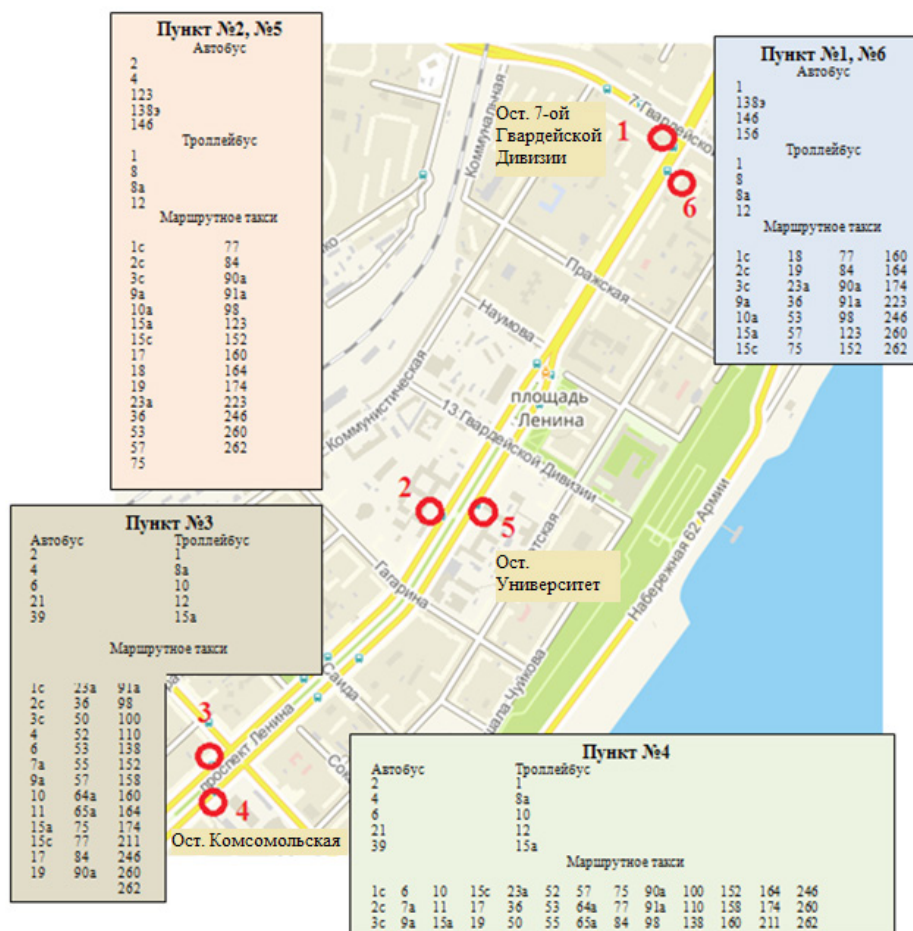


Рис. 2. Пункты и номера маршрутов городского общественного пассажирского транспорта в обследовании 2015 г.

Таблица 1. Пример заполнения бланка обследования

№ маршрута	Госномер	Марка ПС/тип ПС	Время		Количество пассажиров		Наполнение салона	Уровень загрузки ПС
			Прибытие, ч: мин	Отправления, ч: мин	Вошло	Вышло		
246	а264вт	ГАЗ/М	7:00	7:00	0	1	8	0,25
1	4554	Троллейбус	7:01	7:01	1	1	2	<0,25
8а	4600	Троллейбус	7:03	7:03	2	0	14	0,25
8	4637	Троллейбус	7:03	7:03	0	1	11	0,25
123	в716ов	FORD/М	7:08	7:08	0	1	11	0,5
1	4498	Троллейбус	7:08	7:08	1	2	27	0,5
23А	т242уе	ГАЗ/М	7:09	7:09	0	1	6	0,25
160	а672мм	ГАЗ/М	7:09	7:09	0	1	8	0,25
...
2С	в457ку	ГАЗ/М	10:57	10:57	0	3	13	0,75
8	4461	Троллейбус	10:59	10:59	1	4	10	<0,25

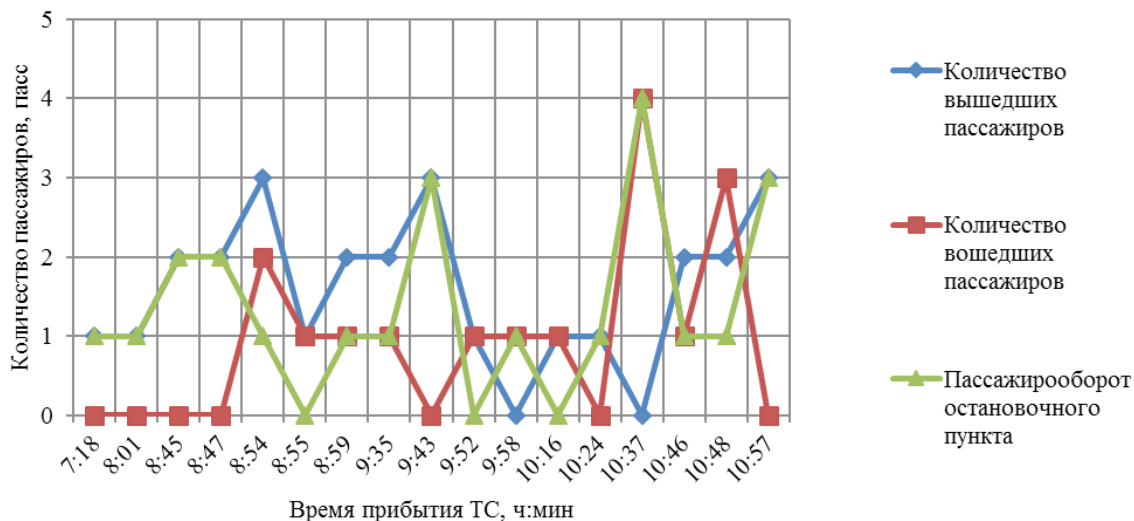


Рис. 3. Пассажирооборот на остановочном пункте «Университет» на маршруте № 2С



Рис. 4. Распределение интервала движения ПС на маршруте № 2С

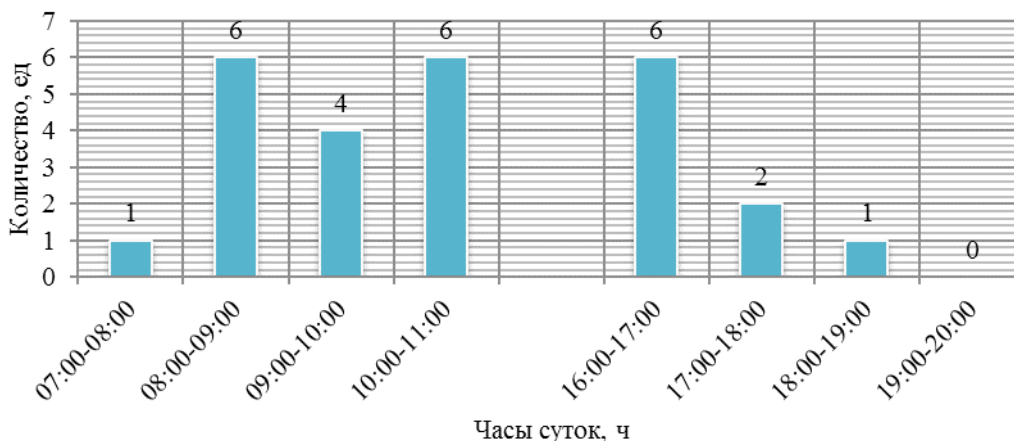


Рис. 5. Количество маршрутного такси на маршруте № 2С во 2 пункте наблюдения

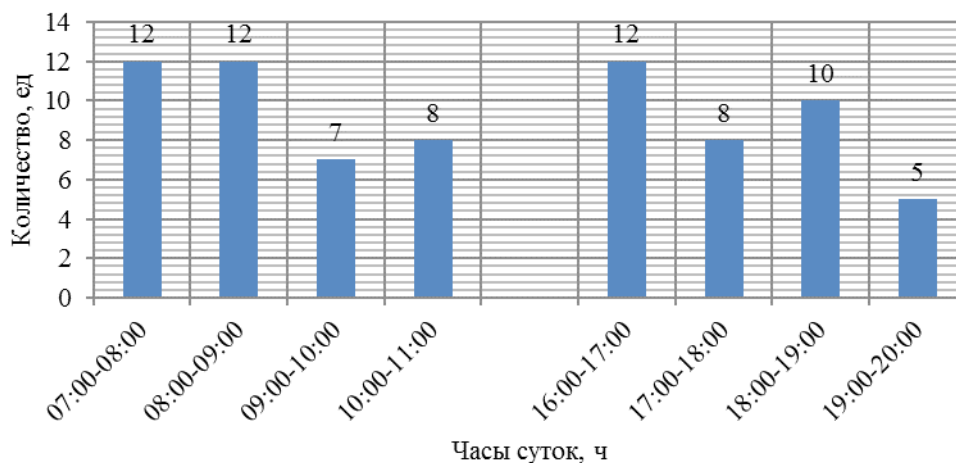


Рис. 6. Количество троллейбусов на маршруте № 8 ПС во 2 пункте наблюдения

Количество подвижного состава работает на каждом маршруте разное, это зависит от длины маршрута, вместимости ПС, от пассажиропотока. Наблюдения показывают, что наибольшее количество единиц на каждом маршруте появляются в часы «пик» примером служит (рис. 5–6) распределение ПС, автобусов, троллейбусов, маршрутных такси.

Из всех дней исследования выбираем день недели в котором наблюдается наибольшее количество ПС. На рис. 7 представлено общее количество единиц подвижного состава за один день 06.07.15 г.

По данным рис. 7 видно, что наибольшее количество ПС наблюдается в утренние часы с 8 до 10 часов, в общем количестве более 60 ед./ч., а в вечерние часы более 70 ед./ч. в интервале с 16 до 17 часов.

На рис. 8 отображено общее количество ПС автомобильного пассажирского транспорта в утренние часы «пик» превышают в 1,5 раза количество ПС наблюдаемое в вечернее время по всем исследуемым дням недели.

В табл. 2 приведены данные по максимальному и минимальному количеству ПС наблюдаемого в утренние и ве-

черные часы «пик». По данным табл. 2 можно отметить большую неравномерность наличия ПС на конкретных маршрутах. В табл. 3 приводится оценка провозной возможности ПС на каждом маршруте наблюдаемого за время исследования.

В настоящее время происходит кардинальное изменение маршрутной сети общественного пассажирского транспорта г. Волгограда. Предполагается опорную сеть комплексной транспортной схемы Волгограда представить трамваями и троллейбусами и автобусами большой и средней вместимости. Предполагается, что сеть составят 15 автобусных социальных («опорных») маршрутов, 13 трамвайных и девять троллейбусных, 11 автобусных социальных («вспомогательных») маршрутов, 21 автобусный коммерческий «вспомогательный» маршрут, 12 автобусных социальных «сезонных маршрутов». При этом автобусные вспомогательные маршруты соединят соседние районы города и будут служить для подвоза пассажиров к опорным маршрутам общественного транспорта. Сезонные маршруты будут выполнять перевозку на дачные участки пассажиров, которые в большинстве являются пенсионерами-льготниками. [2]

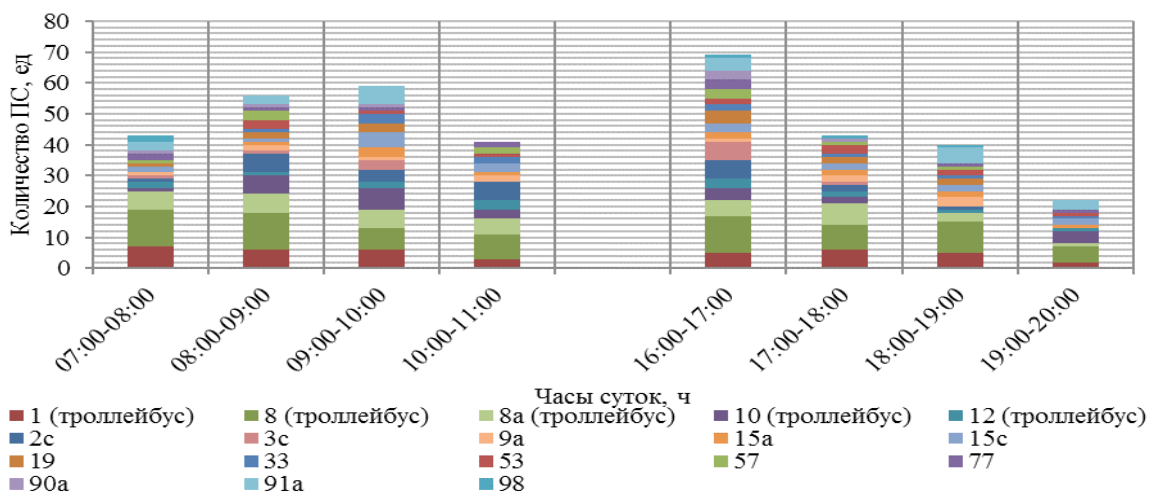


Рис. 7. Общее количество подвижного состава по часам суток в направлении пл. им. Ленина — ул. Комсомольская

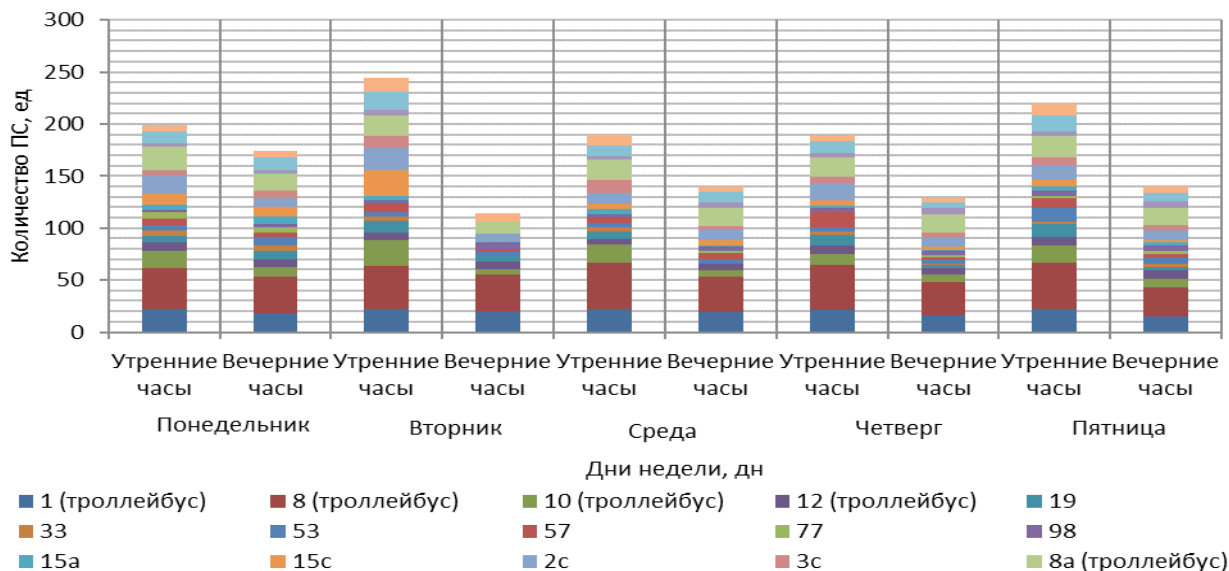


Рис. 8. Общее количество подвижного состава по дням недели в направлении пл. им. Ленина — ул. Комсомольская

В табл. 4 приведена характеристика существующих и новых автобусных маршрутов. Существующую сеть обслуживают 114 ед. автобусов, дополнительную сеть — 149 ед., на всей маршрутной сети работает — 263 ед. автобусов большой вместимости.

Более 80 привычных горожанам маршруток и автобусов прекратили свою работу с 15 апреля по 15 мая в Волгограде. [1]

Согласно распоряжению председателя комитета транспорта, промышленности и связи администрации Волгограда Д. Веркина, с 15 апреля отменялись маршрутки № 10, 11, 18, 29, 49, 50, 53, 71, 82, 84, 88, 96, 100, 15а, 15с, 1с, 27а, 27э, 28а, 29с, 2с, 46, 48а, 57к, 64а, 65а, 68а, 6к, 70а, 71к, 78а, 7а, 80а, 81а, 8а, 90а, 91а, 93а, 9а, 13к. [1]

В этот же день в Волгограде исчезли автобусы № 12, 29, 30, 31, 33, 44, 49, 78, 10, 11, 11а и троллейбусы маршрутов № 18 «Улица Тополевая — Обувная фабрика» и № 11 «Рыбокомплекс — Больничный комплекс». [1]

С 30 апреля отмене подлежали маршрутки № 6, 9, 17, 19, 28, 40, 44, 52, 77, 78, 80, 22а, 3а, 4к, 7к, 95к и автобус № 4. [1]

С 15 мая прекращали свою работу маршрутки № 14, 16, 39, 47, 56, 57, 10а, 27Б, 42а, 56э, 5а, 61а, 8с, 95а, 56а и автобусы № 19 и 22. [1]

С отменой маршруток перевозки в г. Волгограде будут обеспечиваться исключительно автобусами ВПАТП-7 и ООО «Волгоградский автобусный парк» и подвижным составом МУП «Метроэлектротранс». [1]

Таблица 2. Минимальное и максимальное число ПС на протяжении всей недели

№ маршрута		Количество ПС в утренние часы		Количество ПС в вечерние часы	
		Min, ед.	Max, ед.	Min, ед.	Max, ед.
Троллейбусы	1	21	22	15	20
	8	39	45	28	35
	10	10	24	6	10
	12	5	8	7	8
	8а	19	23	11	17
Маршрутное такси	19	6	13	0	8
	33	2	6	0	5
	53	4	3	4	8
	57	6	14	2	6
	77	0	2	0	5
	98	2	5	3	7
	15а	2	5	0	7
	15с	5	25	0	3
	2с	11	21	8	11
	3с	5	12	0	7
	90а	3	5	0	7
	91а	10	18	0	12
	9а	6	13	4	8

Таблица 3. Провозные возможности при минимальном и максимальном числе ПС на каждом маршруте протяжении всей недели

№ маршрута		Провозные возможности при количестве ПС			
		Утренние часы		Вечерние часы	
		Минимальном ПС	Максимальном ПС	Минимальном ПС	Максимальном ПС
Троллейбусы	1	2646	2772	1890	2520
	8	4914	5670	3528	4410
	10	1260	3024	756	1260
	12	630	1008	882	1008
	8а	2394	2898	1386	2142
Маршрутное такси	19	84	182	0	112
	33	28	84	0	70
	53	56	42	56	112
	57	84	196	28	84
	77	0	28	0	70
	98	28	70	42	98
	15а	28	70	0	98
	15с	70	350	0	42
	2с	154	294	112	154
	3с	70	168	0	98
	90а	42	70	0	98
	91а	140	252	0	168
	9а	84	182	56	112

Новая комплексная транспортная схема является в достаточной степени сбалансированной. В полном объеме учтены сведения по специфике рынка пассажирских перевозок Волгограда и предложены механизмы по максимизации эффективности организации перевозок.

От предложенных мероприятий ожидают следующие социально-экономические результаты: повышение качества перевозок на городских и пригородных маршрутах общего пользования; повышение эффективности использования ПС; повышение уровня безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте общего пользования; улуч-

Таблица 4. Существующая и новая опорные сети, автобусных маршрутов г. Волгограда

п/п	№ м-та	Название маршрута	Длина, км	Интервал, мин.	Эксплуатационная скорость, км/ч	Время рейса, мин.	Кол-во ТС, ед.
Существующие автобусные маршруты							
1	2	Хим. завод — Ж/д вокзал	24,6	7	20	74	24
2	6	Агентство — Аэропорт	20	8	20	60	17
3	21	Пос. ГЭС — Ж/д вокзал	23,6	5	20	70	11
4	59	Ул. им. Землячки — 61-ая школа	19	6	20	57	16
5	77	К-тр Юбилейный — ТРК Комсомолл	43	8	20	129	36
6	88	Пос. М. Горького — Ж/д вокзал	19,7	13	20	60	10
ИТОГО ПС							114
Новые автобусные маршруты							
7	55	К-р «Юбилейный» — 7-я больница	27,8	7	20	81	26
8	25	Спартановка — ТРЦ «Акварель»	32	8	20	96	27
9	95	пос. ГЭС — Ул. Тополевая	39,7	6	20	119	41
10	20	Пл. им. Дзержинского — Ул. Аллея Героев	14	8	20	42	12
11	65	Жилгородок — Ул. им. Тулака	15,5	10	20	46	11
12	85	Жилгородок — Кардио-центр	21	10	20	63	14
13	35	Больничный комплекс — Ул. им. Тулака	15,5	6	20	46	18
Итого ПС							149
Общее количество ПС							263



Рис. 9. Новые автобусные маршруты

шение транспортно-эксплуатационных качеств УДС и совершенствование организации дорожного движения. [4]

Совершенствование организации работы видов общественного пассажирского транспорта г. Волгограда не-

обходимо проверить с учетом совмещения интересов муниципальных органов, всех перевозчиков и пассажиров, которые пользуются городскими маршрутами. [5, 11, 12, 13, 14]

Таблица 5. **Вспомогательная сеть. Автобусные маршруты Дзержинского и Центрального района**

№ м-та	Наименование маршрута	Длина, км	Интервал, мин.	Эксплуат. скорость, км/ч	Время рейса, мин.	Кол-во ТС, ед.	Прежнее кол-во ТС, ед.	Изменение кол-ва ТС
23а	Тулака — ТЦ Ашан	13,2	11	20	40	7	13	-6
	Трасса следования	25 лет октября, Туркменская, Авиаторская, Базисная, Рабоче-Крестьянская, пр-кт Ленина, 7-ой Гвардейской, Хиросимы, Рокоссовского, Качинцев, пр-кт Жукова, Карла Либкнехта, Рионская, Хорошева, пр-кт Жукова, Историческая, проезд Аптечный						
49а	Мясникова — Жилгородок	18,9	8	20	57	22	16	6
	Трасса следования	51-ая Гвардейская, пр. Жукова, Землячки, Еременко, Ополченская, Н. Отрады						
75	Радеж — П. Ангарский	10,3	8	20	31	11	2	9
	Трасса следования	Ткачева, Рокоссовского, Хиросимы, 7-ая Гвардейская, пр. им. Ленина, Краснознаменная, Коммунистическая, Голубинская, Ангарская Полоненко, П. Осипенко, Твардовского						
98	Речпорт — ТЦ Метро	25,1	11	20	65	12	6	6
	Трасса следования	Историческая, 51-я Гвардейская, Космонавтов, проезд Дорожников, Землячки, 3-й Воздушной Армии, Симонова, бульв. 30 лет Победы, Московская, Качинцев, пр-кт Жукова, Хорошева, Римского-Корсакова, Ангарская, Рокоссовского, Голубинская, Кубанская, Новороссийская, Глубокоовражная, Краснознаменная, пр. Ленина, 7-ой Гвардейской, Набережная 62-й Армии						

Таблица 6. **Опорная троллейбусная сеть**

№ Маршрута	Наименование маршрута	Длина, км	Интервал, мин.	Время рейса, мин.	Кол-во ПС, ед.	Текущий выпуск вагонов, ед.	Прирост кол-ва ПС, ед.
Действующие троллейбусные маршруты опорной сети							
1	Нижний поселок ВГТЗ — Детский центр	16,4	6	67	22	18	4
2	ЖД вокзал «Волгоград 1» — Пл. Куйбышева	6,6	9	30	6	0	6
8	Спартановка — ЖД вокзал «Волгоград 1»	16	4	58	31	27	4
8а	Спартановка — Пл. Куйбышева	20,9	5	78	32	15	17
9	Спартановка — ЗКО	10,5	4	42	21	25	-4
10	Ул. Лесогорская — Пл. Куйбышева	13,2	11	55	10	24	-14
12	Пл. Возрождения — Детский центр	6,5	50	24	1	5	-4
15	Детский центр — Больничный комплекс	9,7	5	44	16	25	-9
15а	Больничный комплекс — пл. Куйбышева	13,8	12	60	10	0	10
18	Тополевая — Обувная фабрика	8,4	0	0	0	18	-18
ИТОГО					149	157	-8

Литература:

1. В Волгограде закрывают все маршрутки, 14 автобусов и два троллейбусных маршрута [Электронный ресурс] // V1. ru. — 2017. — Режим доступа: <http://v1.ru/text/newsline/258022995959808.html> <http://v1.ru/text/newsline/258022995959808.html> (дата обращ. 27.05.17).
2. В Волгограде раскрыли детали транспортной схемы региона [Электронный ресурс] // V1. ru. — 2017. — Режим доступа: <http://v1.ru/text/newsline/169879256944640.html> (дата обращ. 27.05.17).

3. Волгоград [Электронный ресурс] // Свободная энциклопедия Википедия. — 2017. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4#.D0.93.D0.BE.D1.80.D0.BE.D0.B4.D1.81.D0.BA.D0.BE.D0.B9> (дата обрац. 27.05.17).
4. Куликов, А. В. Состояние пассажирских перевозок в Волгограде и мероприятия по их совершенствованию / А. В. Куликов, Р. Я. Кашманов, А. Н. Карагодина // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. — Волгоград, 2014. — Т. 9, № 19 (146). — с. 58–61.
5. Эффективность городского пассажирского общественного транспорта: монография / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, А. В. Куликов, А. А. Сериков; ВолгГТУ. — Волгоград, 2002. — 256 с.
6. Лукин, В. А. Определение необходимого количества коммерческого автотранспорта малой вместимости на маршрутах г. Астрахани / В. А. Лукин, А. В. Куликов, В. Н. Кузнецов // Вестник ВолгГАСУ. Серия: Строительство и архитектура. — 2005. — Вып. 5. — С. 97–99.
7. Куликов, А. В. Разработка муниципальной маршрутной сети городского общественного пассажирского транспорта г. Астрахани / А. В. Куликов, В. А. Лукин, С. Н. Нетипанов // Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России: матер. V междунар. науч.-техн. конф., Пенза, 21–23 мая 2008 г. / ГОУ ВПО «Пензенский гос. ун-тarchit. и стр-ва» [и др.]. — Пенза, 2008. — Ч. 2. — С. 247–251.
8. Лукин, В. А. Результаты обследования пассажиропотоков на общественном пассажирском транспорте Астрахани / В. А. Лукин, А. В. Куликов // Материалы ежегодной науч.-практ. конф. проф.-препод. состава и студентов ВолгГАСУ, 24–27 апр. 2007 г. В 3 ч. Ч. 1: Архитектура, градостроительство. Строительство / ВолгГАСУ. — Волгоград, 2008. — С. 151–154.
9. Повышение пропускной способности городских улиц путём оптимизации подвижного состава общественного транспорта / А. В. Куликов, В. В. Горина, В. А. Лукин, А. В. Лукин, К. В. Сомова // Научные труды SWorld. — 2015. — Вып. 4, т. 1. — С. 4–8.
10. Куликов, А. В. Совершенствование пассажирских перевозок в центральной части города Волгограда / А. В. Куликов, С. Ю. Фирсова, В. В. Горина // Известия ВолгГТУ. Сер. Наземные транспортные системы. Вып. 10: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. — Волгоград, 2015. — № 4 (162). — С. 78–83.
11. Состояние организации перевозок пассажиров общественным транспортом в малых городах, на примере городов Ахтубинска и Дубовки / А. В. Куликов, С. Ю. Фирсова, А. Н. Карагодина, Р. Я. Кашманов // Сборник научных трудов SWorld. — 2015. — Вып. 1, том 1. — С. 27–31.
12. Куликов, А. В. Этапы развития общественного пассажирского транспорта Дубовского района Волгоградской области / А. В. Куликов, А. Н. Карагодина // Научные труды SWorld. — 2015. — Вып. 4, т. 1. — С. 42–47.
13. Научные ответы на вызовы современности: техника и технологии: монография. В 2 кн. Кн. 1 / В. В. Тарасов, Г. П. Кича, А. В. Куликов, А. Н. Флоренсов, М. С. Чернова, А. В. Бородин, А. Н. Карагодина, П. В. Кулямов; Проект SWorld. — Одесса: Куприенко С. В., 2016. — 176 с.
14. Куликов, А. В. Результаты влияния смены формы собственности перевозчика на муниципальную маршрутную сеть пассажирского транспорта малых городов / А. В. Куликов, А. Н. Карагодина // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. — 2016. — № 5 (17). — С. 26–31.

Оценка применимости структурно-механической модели разрушения для металлов с ГЦК и ГПУ-решеткой

Матус Константин Михайлович, магистрант
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

Ключевые слова: ОЦК металл, ГЦК металл, ГПУ металл, кинетическая диаграмма усталостного разрушения, структурно-механическая модель разрушения

В настоящее время изучению усталостной долговечности металлов с объемно-центрированной кубической решеткой (ОЦК) (рисунок 1) посвящены многие фундаментальные работы, которые позволяют на стадии проектирования и эксплуатации элементов конструкции

провести детальный анализ особенностей её работы и принять меры по обеспечению её надёжности.

Развитие усталостного разрушения в металлах с графически-центрированной кубической решеткой (ГЦК) и гексагональной плотноупакованной решеткой (ГПУ) (рисунок

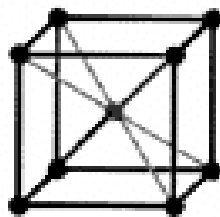


Рис. 1. Объемно-центрированная кубическая решетка

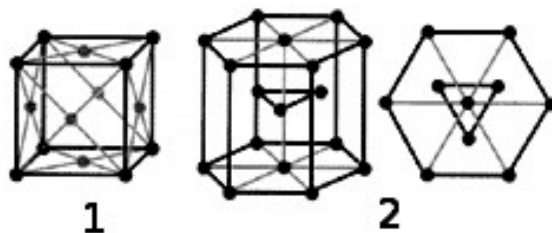


Рис. 2. Простые кристаллические решетки: 1 — гранецентрированная кубическая, 2 — гексагональная плотноупакованная

2), к которым относятся алюминий, медь, титан и т. д., изучено недостаточно плотно, следствием чего является отсутствие возможности определения ресурса сварных конструкций из металлов данного типа.

В связи с широким применением указанных металлов в различных областях промышленности, возникает необходимость в создании структурно-механической модели процесса разрушения металлов с гранецентрированной кубической и гексагональной плотноупакованной решетками. Существует некоторая вероятность того, что имеющиеся модели разрушения металлов с объемноцентрированной кубической решеткой могут быть успешно применены к металлам с ГЦК и ГПУ-решетками.

В работе осуществляется оценка применимости имеющейся структурно — механической модели разрушения для металлов с гранецентрированной кубической решеткой и гексагональной плотноупакованной решеткой. Указаны методы адаптации существующей модели.

Одним из этапов оценки применимости структурно — механической модели является определение истинной величины структурного элемента для каждого рассматриваемого материала. Обязательным условием для этого является наличие механических характеристик материала и кинетических диаграмм усталостного разрушения (КДУР).

Кинетические диаграммы усталостного разрушения позволяет определить характеристики циклической трещиностойкости [4]. Методика построения КДУР четко регламентирована. Кинетические диаграммы позволяет проводить не только качественное, но и количественное сравнение данных о трещиностойкости различных конструкционных сталей.

Определяем величину структурного элемента с помощью программой «Ресурс». Программа «Ресурс» яв-

ляется реализацией алгоритма, представленного в книге Матохина Г.В., Горбачева К.П. «Инженеру о сопротивлении металлов разрушению» [1].

Параметры программы позволяют построить Кинетическую диаграмму усталостного разрушения материала при заданных параметрах.

При сравнении расчётной и экспериментальной кинетических диаграмм усталостного разрушения заметно, что расчётные диаграммы 4 наиболее точно попадает в область экспериментальных значений, что означает верность подобранной величины структурного элемента.

Цель работы апробация использования имеющейся структурно-механической модели разрушения к с для гранецентрированной кубической и гексагональной плотноупакованной решеткой. Вследствие того, что данная структурно — механическая модель [1] была разработана для металлов с объемно-центрированной кубической решеткой, имелась вероятность того, что её применимость для металлов с гранецентрированной кубической и гексагональной плотноупакованной решеткой даёт неудовлетворительные результаты, так как в данной структурно — механической модели присутствует ряд допущений, присущих феррито-перлитным сталям.

В ходе выполнения работы была разработана методика оценки применимости структурно — механической модели к металлам с гранецентрированной кубической и гексагональной плотноупакованной решеткой. Методика заключается в определении величины структурного элемента, верность которого определяется совпадением экспериментальной и расчётной кинетических диаграмм усталостного разрушения.

Расчёт привел к следующим результатам. Были определены величины структурного элемента для ти-

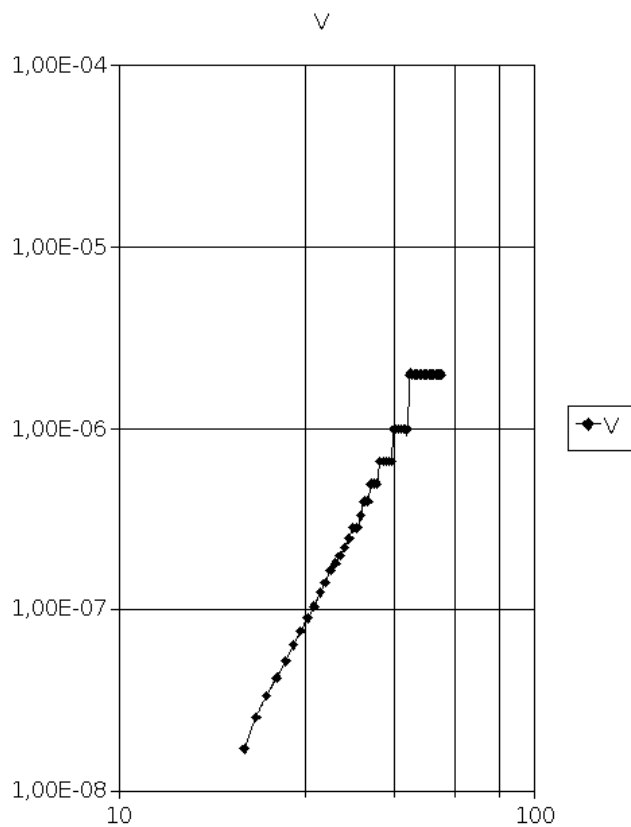


Рис. 3. Расчётная КДУР титанового сплава ВТЗ–1, при $d_{стр} = 0,0028$ мм

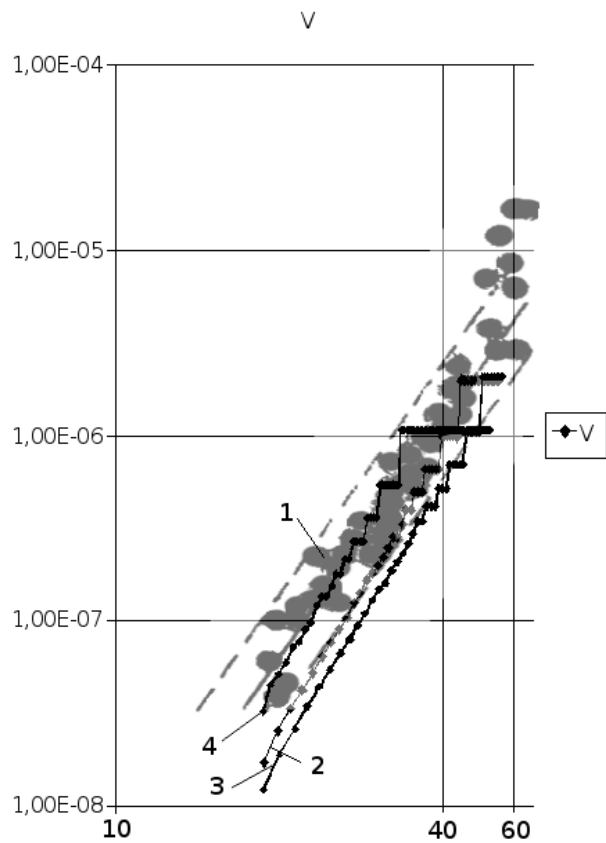


Рис. 4. КДУР титанового сплава ВТЗ–1: 1 — экспериментальные данные; 2 — расчётная кривая при $d_{стр} = 0,0028$ мм; 3 — расчётная кривая при $d_{стр} = 0,0038$ мм; 4 — расчётная кривая при $d_{стр} = 0,0018$ мм

тановых сплавов, при которых расчётная кинетическая диаграмма усталостного разрушения совпала с экспериментальной, что означает верность подобранной величины. Для алюминиевых и магниевых сплавов определение величины структурного элемента в данный момент невозможно, так как отсутствуют необходимые механические характеристики, а именно относительное сужение.

Литература:

1. Матохин, Г.В. Оценка ресурса сварных конструкций из феррито-перлитных сталей. — Владивосток: ДВГТУ, 2001. — 202 с.
2. Матохин, Г.В., Горбачев К.П., Воробьев А.Ю. Основы оценки прочности и долговечности сварных конструкций. — Владивосток: ДВГТУ, 2008. — 300 с.
3. Мешков, Ю.Я., Пахаренко Г.В. Структура металла и хрупкость стальных изделий. — Киев: Наук. думка, 1985. — 268 с.
4. Мешков, А.А., Мовсун-Заде К.А., Дашенко А.Ф. Остаточный ресурс изделий с трещиной. — УДК 620.178:621.8, 5 с.

Из сказанного выше, можно сделать вывод, что имеющаяся структурно-механическая модель разрушения применима для титана и титановых сплавов. Вероятно, применима для металлов с гранцентрированной плотноупакованной решеткой. Оценить применимость модели к металлам с гранцентрированной кубической решеткой сложно, так как не были проведены соответствующие исследования, вследствие отсутствия необходимых данных.

Разработка методики исследования радиусов зон ослабления горного массива при взрыве скважинных зарядов взрывчатых веществ

Мислибоев Илхом Туйчибоевич, доктор технических наук;
Хамзаев Акбар Абдалимович, старший преподаватель;
Расулов Абдулла Хайитбой угли, студент
Навоийский государственный горный институт (Узбекистан)

В работе для определения зон ослабления массива горных пород при взрывании серии скважинных зарядов разработан комплексный метод, основанный на исследовании состояния массива горных пород при помощи кернового и сейсмоакустического методов, а также метода водопоглощаемости массива.

Ключевые слова: эксперимент, взрывные работы, процесс ослабления, горные породы, способ разрушения, самоходная буровая установка, керновые пробы, геологические скважины, радиус ослабления, торец заряда, комплексный метод исследования, экспресс-метод определения зон ослабления массива

In work the complex method based on research of a condition of the massif of rocks by means of core and seismo-acoustic methods, and also a method of water absorption capacity of the massif is developed for definition of zones of weakening of the massif of rocks at detonation of a series of borehole charges.

Key words: experiment, blasting, the process of weakening, rocks, method of destruction, self-propelled drilling rig, core samples, geological wells, the radius of attenuation, end of charge, a comprehensive method of study, a rapid method of determining the zones of weakening of the array

Создаваемое взрыванием серии скважинных зарядов многоцикличное воздействие взрыва на массив горных пород не ограничивается только их дроблением на отдельности, но приводит также к изменению физико-механических свойств в законтурном массиве, в частности ослабляет массив горных пород.

Для определения зон ослабления массива горных пород при взрывании серии скважинных зарядов разработан комплексный метод, основанный на исследовании состояния массива горных пород при помощи кернового и

сейсмоакустического методов, а также метода водопоглощаемости массива.

Для расчета зоны ослабления массива при взрывных работах, использовался керновый метод [1], основанный на определении прочности горных пород в кернах, выбуренных в нарушенном и ненарушенном массиве.

Для оценки ослабления прочности массива горных пород на различных расстояниях в зависимости от количества взрывааемых скважинных зарядов ВВ до и после взрыва, брались керновые пробы из семи скважин, бу-

римых через каждые 3 м от свободной поверхности вглубь массива глубиной по 20 м.

Выбуривание кернов осуществлялось самоходными буровыми установками типа УРБ-2А (на базе автомашин ЗИЛ-131) диаметром 93 мм с промывкой забоя водой и глинистым раствором [2]. Применялась буровая коронка с армированными пластинками или штырями твердого сплава ВК-15.

Отбирались керновые пробы, пригодные для приготовления образцов, с отметок 0,0; — 5,0; — 10,0; — 15,0 и —20,0 м (рис. 1), изготавливались образцы по методикам, изложенным в работах [3, 4], определялись прочностные свойства горных пород. По разности прочности образцов до и после взрыва, судят о величине ослабления горного массива на различном расстоянии от свободной поверхности.

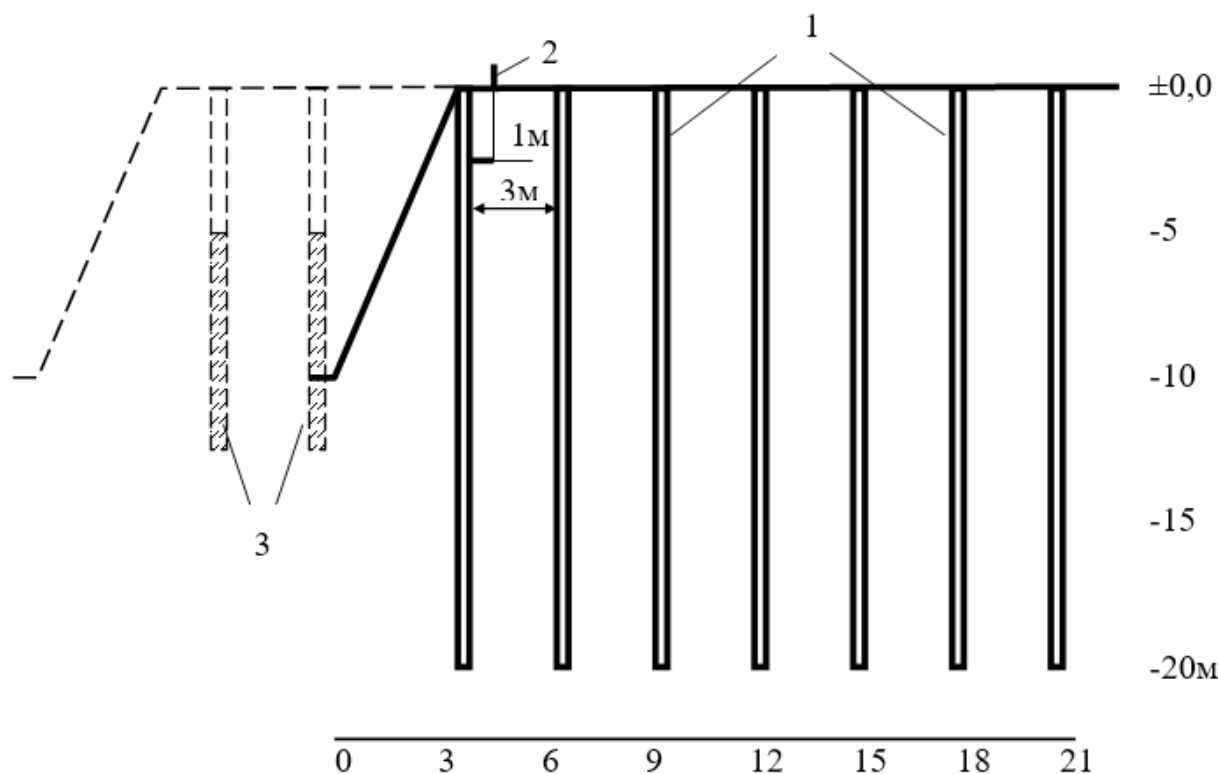


Рис. 1. Схема определения зон ослабления массива: 1 — геологические скважины; 2 — сеймоприемник; 3 — взорванные скважинные заряды ВВ

Скорость распространения упругой волны в массиве определяется, прежде всего, упругими свойствами слагающих массив пород и интенсивностью трещиноватости массива [5–7]. Вблизи от поверхности, т. е. от места взрыва заряда, где массив подвергается наиболее интенсивному разрушению с образованием большого количества новых трещин и раскрытием существующих, скорость волны будет наименьшей. По мере удаления от места взрыва в глубину массива интенсивность разрушений уменьшается, в результате чего, скорость волны увеличивается, приближаясь к скорости волны в ненарушенном взрывном массиве [7].

Для определения зоны ослабления, был выбран сейсмоакустический метод [1], основанный на последовательном прозвучивании горного массива по глубине, начиная от вновь образованной, в результате взрыва поверхности откоса уступа.

Для определения скорости упругих волн, использовались те же скважины глубиной по 20 м, пробуренные через 3 м. Общая база исследования составляла 21–22 м.

Сейсмоприемники типа СВ-30 закреплялись в устье скважины на расстоянии 1–3 м. Для осуществления плотного контакта сейсмоприемника с исследуемым массивом, использовались металлические клинья совкового типа. Для возбуждения импульса использовались электродетонаторы марки ТЭД-200 [8]. Заряды ВВ взрывались последовательно, начиная от дна скважины на отметке 20 м. Шаг передвижки источника возмущения составлял 5 м. В экспериментах для сохранения постоянства условий возбуждения, взрывание зарядов ВВ при проведении работ осуществлялось в скважинах, заполненных водой. Взрывание зарядов ВВ производилось взрывными машинками СВМ-2. Регистрация моментов взрыва производилась способом «боевая линия» [8].

Поступающие от сейсмоприемников сигналы, записывались сейсмостанцией. Скорость распространения упругих волн в горном массиве определялась по первому вступлению продольной волны, полученной при различной глубине профиля наблюдения. Чтобы надежно определить скорость прохождения упругих волн в массиве, в инженерной геофи-

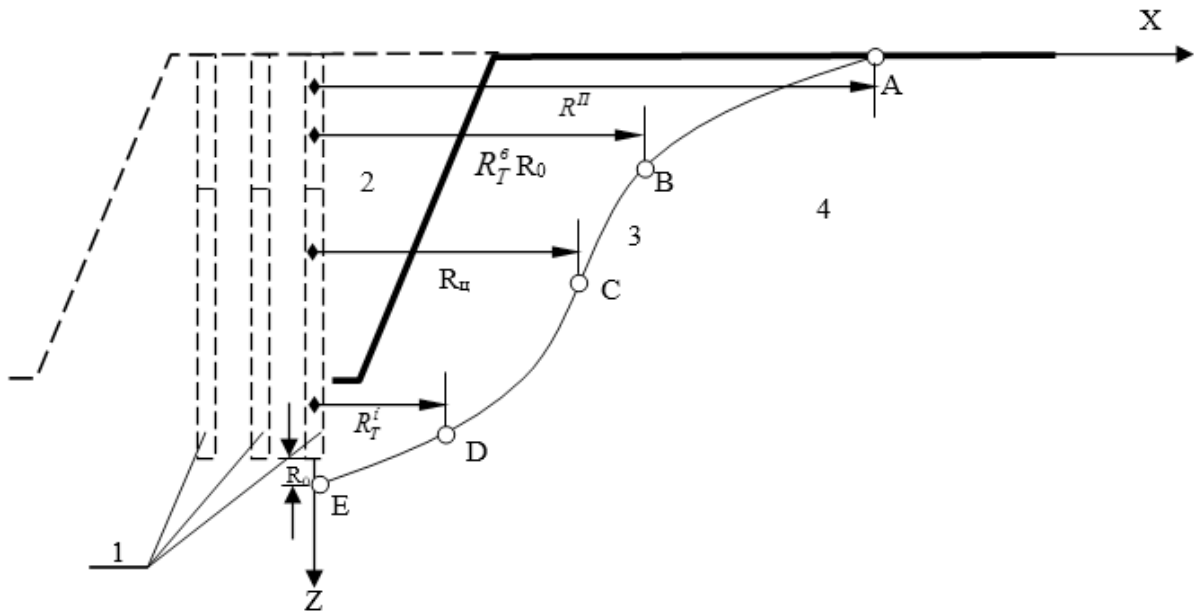
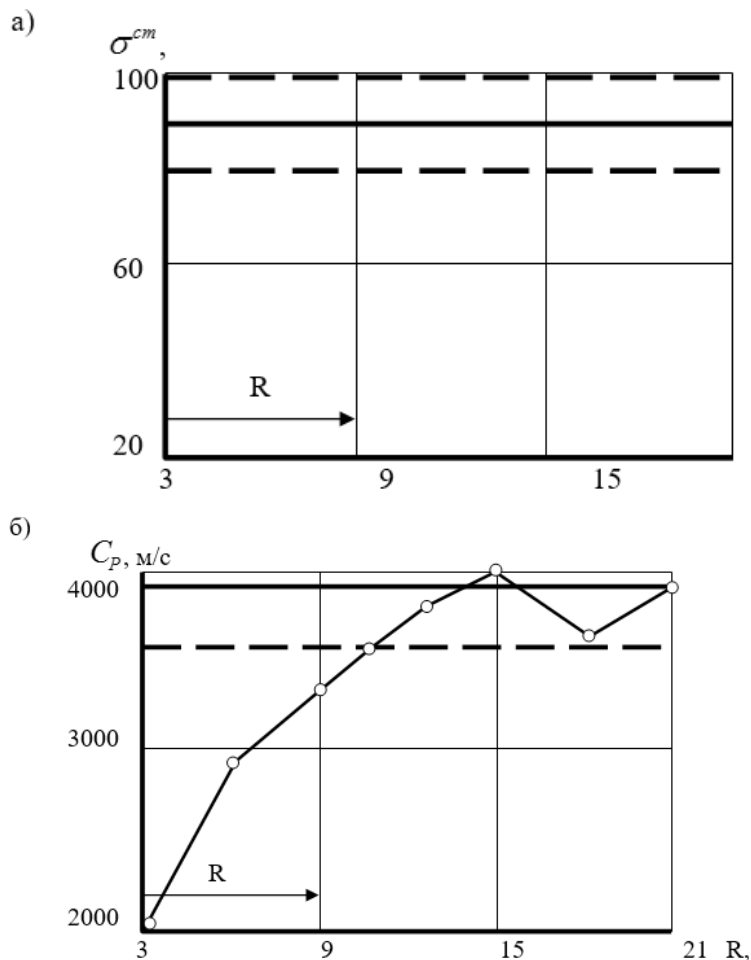


Рис. 2. Схема зон ослабления горного массива под действием взрыва, определенных комплексным методом:
 1 — взорванные скважинные заряды ВВ; 2 — исследуемая зона ослабления; 3 — эквиповерхность, ограничивающая ненарушенную зону массива, ослабленную взрывом скважинного заряда ВВ; 4 — ненарушенная зона; ,,,, — соответственно радиус ослабления массива поверхности уступа, из верхней, средней и нижней части торца заряда ВВ по направлению оси — радиус, исходящий из нижней части заряда ВВ по направлению оси



в)

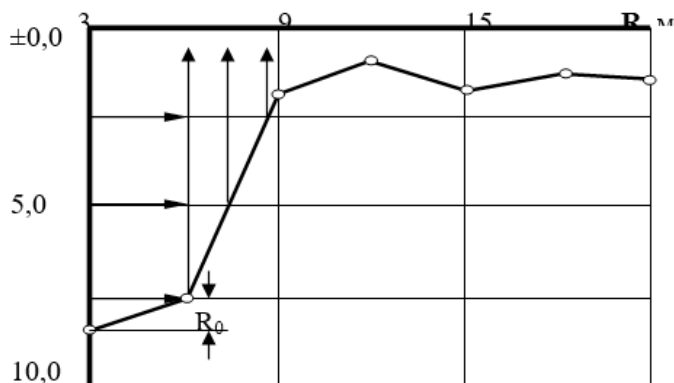


Рис. 3. График для определения радиусов зоны ослабления массива горных пород: а — по керновому методу; б — по сейсмоакустическому методу; в — по методу водопоглощаемости массива

зике применяют способы и приемы интерпретации, используемые в сейсморазведке [5]. Разработан экспресс-метод определения зон ослабления массива с использованием метода водопоглощаемости массива. Для этого используются скважины под керновое бурение диаметром 93 мм и глубиной 20 м. В скважины, расположенные на различных расстояниях от взрыва, заливали воду и по скорости опускания воды до и после взрывных нагрузок, устанавливали зоны ослабления массива. Обработка результатов измерений проводилась по методикам, изложенным в работах [9, 10], по программе, разработанной авторами работ [11] с применением современной компьютерной техники.

Применение комплексного метода исследований массива горных пород при действии взрыва вглубь массива, позволило определить границы зоны его ослабления (рис. 2). Было установлено пять характерных точек этой границы: А, Б, С, Д, Е и радиусы ослабления по направляющей этих точек (R^A, R^B, R_C, R^D, R_E). Графики для определения радиусов зон ослабления массива горных пород приведены на рис. 3, а, б, в.

На рис. 3, а представлен график для определения радиуса зоны ослабления горного массива по керновому методу. По оси абсцисс отложены значения исследуемой зоны-расстояния от верхней бровки уступа вглубь массива, по оси ординат — значения статической прочности исследуемых горных пород и руд. Определив прочностные свойства и средние значения прочности пород, а также их среднеквадратичные отклонения, и проведя линии усредненной прочности, можно судить о прочностных свойствах горных пород. Линия прочности горных пород после взрыва, пересечет линию усредненной прочности до взрывных нагрузок в точке, которая характеризует радиус зоны ослабления.

На рис. 3, б, в приведены графики для определения радиуса зон ослабления массива по сейсмоакустическому методу и методу водопоглощаемости.

Таким образом, разработан комплексный метод исследования ослабления массива горных пород, позволяющий установить как размеры зоны ослабления, так и степень ослабления горных пород в любой точке массива.

Литература:

1. Норов, Ю.Д. Исследование зон ослабления горного массива при взрыве скважинных зарядов вв. — Науч. сообщ. / Ин-т горного дела им. А.А. Скочинского, 1985, вып. 235. Научные основы управления состоянием горного массива. — с. 96–104.
2. Куличихин, Н.И., Воздвиженский Б.И. Разведочное бурение. М., 1966, с. 67–242.
3. Миндели, Э.О., Мохначев М.П. Методика определения прочностных и деформационных свойств горных пород при статических, многократных и динамических пульсирующих нагрузках. — М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1970. — с. 17.
4. ГОСТ 22450–70. Угли бурые, каменные и антрацит: методы определения прочности на растяжения и одноосное сжатие. М.: Изд-во стандартов, 1977. — с. 17.
5. Гурвич, И.И. Сейсмическая разведка. Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Недра, 1970. — с. 552.
6. Савич, А.И. Оценка степени неоднородности пород в массиве сейсмоакустическими методами. — В кн.: Вопросы инженерной геологии и грунтоведения. — М.: Изд-во МГУ, 1968, с. 321–330.
7. Методика сейсмического определения трещиноватости массивов горных пород на карьерах с целью оценки их взрываемости /Ржевский В.В., Кутузов Б.Н., Якобашвили О.П. и др.-М.: МГИ, 1978.

8. Геофизические методы исследования скважин. — М.: Недра, 1983, с. 535–537.
9. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей. — М.: Наука, 1969, с. 139–141.
10. Математическая статистика. Под ред. А. М. Дина. — Высшая школа, 1975. — с. 398.
11. Методическое руководство по применению программ обработки данных на ЭЦВМ. — М.: ИГД им. А. А. Скочинского, 1985. — с. 85.

Разработка устройства для диагностики стабилитрона

Мубаракшин Ахтиам Радикович, магистрант;
Ахметдинов Дмитрий Александрович, магистрант;
Моисеев Владимир Сергеевич, магистрант

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова (Челябинская обл.)

В данной статье описывается устройство, позволяющее определить основные параметры стабилитрона: прямое и обратное напряжения. Напряжения определяются при подведении к стабилитрону 15В. Прямое напряжение измеряется при пропускании через стабилитрон тока величиной 50 мА. Данное устройство необходимо для определения «реальных» параметров стабилитрона и проверки его исправности.

Ключевые слова: стабилитрон, прямое напряжение, обратное напряжение, аналогово-цифровой преобразователь, тепловой пробой, короткое замыкание

Development of a device for the diagnosis of a zener diode

Mubarakshin Akhtiam Radikovich, student-master;
Ahmetdinov Dmitry Aleksandrovich, student-master;
Moiseyev Vladimir Sergeevich, student-master
Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia, Magnitogorsk

This article describes a device that allows you to determine the main parameters of the zener diode: forward and reverse voltage. The voltages are determined when applied to a zener diode 15V. Direct voltage is measured by passing a current of 50 mA through a zener diode. This device is necessary to determine the «real» parameters of the zener diode and check its serviceability.

Key words: zener diode, forward voltage, reverse voltage, analog to digital converter, thermal breakdown, short circuit

Для создания данного устройства требуется источник напряжения с изменяемой полярностью и абсолютным значением напряжения 15В. Полярность подводимого к стабилитрону напряжения должна управляться микропроцессором. Для измерения напряжения используется аналогово-цифровой преобразователь. Измерения проводятся с точностью до 0,2 В. Для отображения измеряемых прямого и обратного падений напряжения на диоде, необходимо предусмотреть схему индикации. На рисунке 1 изображена структурная схема разрабатываемого устройства. Реверсивный источник напряжения обеспечивает изменение полярности, подводимого к тестируемому стабилитрону VD напряжения. В состав измерительного блока входит схема согласования и АЦП.

Для подключения устройства к микропроцессорной системе служит схема сопряжения. Устройство управления по программе микропроцессора управляет работой реверсивного источника напряжения и измерительного блока. Блок индикации обеспечивает отображение измеренных прямого и обратного падений напряжения на тестируемом стабилитроне.

Так как прямой ток тестируемого стабилитрона составляет 50мА, то для переключения полярности напряжения необходимо использовать транзисторы средней или высокой мощности. Выберем для этого транзисторы КТ807А структуры п-р-п и КТ820В-1 структуры р-п-р.

В качестве АЦП используется микросхема К1113ПВ1, представляющая собой 10-разрядный АЦП, сопрягаемый с микропроцессором. Эта микросхема обеспечивает преобразование как однополярного напряжения в диапазоне 0...9,95В, так и биполярного напряжения в диапазоне $-4,975...+4,975$ В в параллельный двоичный код [1]. Выходные каскады с тремя состояниями позволяют считывать результат преобразования непосредственно на шину данных микро-

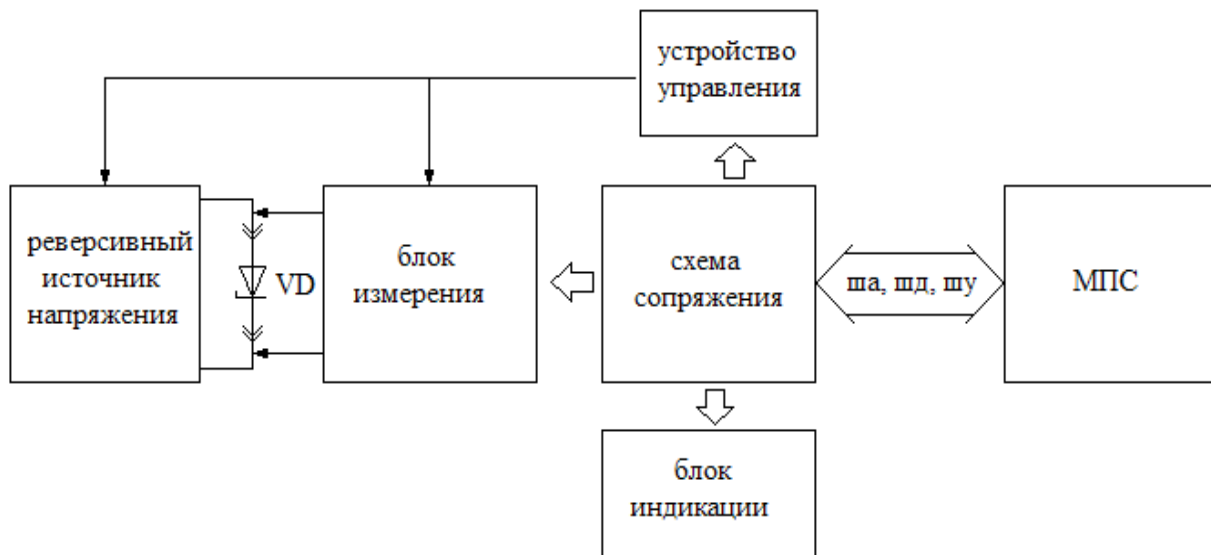


Рис. 1. Структурная схема устройства

процессора. Для организации портов ввода-вывода использована БИС КР580ВВ55А, представляющую собой программируемый параллельный адаптер ввода-вывода (ППА). Для формирования управляющих сигналов используется микросхема К155ИД4, имеющая в своем составе два дешифратора 2 на 4. Для дешифрации двоичной информации в код семисегментного индикатора — микросхему К155ПП5, имеющую выходы с общим коллектором. Для отображения информации использованы светодиодные индикаторы АЛС324Б.

Принципиальная схема устройства приведена на рисунке 2. Переключение полярности, подводимого к исследуемому стабилитрону напряжения, осуществляется с помощью транзисторов VT1 КТ820В-1 и VT2 КТ807А. Управление полярностью осуществляется подачей сигнала логической единицы или нуля на выходы канала С ППА.

Принцип работы схемы состоит в следующем: напряжение высокого уровня на выходе управляющего вывода канала С ППА открывает и переводит в режим насыщения транзистор VT1. Таким образом, получили прямое напряжение на стабилитроне. При напряжении низкого уровня на выходе управляющего вывода канала С ППА транзистор VT1 закрывается. Для подачи обратного напряжения на стабилитрон подаются аналогичные управляющие сигналы на транзистор VT2 [2].

Резистор R3 ограничивает прямой ток через стабилитрон. Приняв падение напряжения на прямо смещенном стабилитроне равным $U_{VDпр} = 2В$, найдем значение R3:

$$R_3 = \frac{U_n - U_{ЭКVT1} - U_{VDnD}}{I_{VD}} = \frac{15 - 0,5 - 2}{0,05} = 250 \text{ Ом} \quad (1)$$

На случай неправильного включения стабилитрона примем $R4 = R3 = 250 \text{ Ом}$

Резистор R1 и R5 ограничивают выходной ток высокого уровня ППА. Приняв $U_{БЭVT4} = 0,7В$, получим:

$$R_1 = R_5 = \frac{U_{вых}^1 - U_{БЭVT4}}{I_{вых}^1} = \frac{3,5 - 0,7}{0,0004} = 7 \text{ кОм} \quad (2)$$

Резистор R2=R6=7кОм обеспечивает надежное запираение транзисторов VT1 и VT2 при напряжении низкого уровня на выходе ППА.

Для согласования измеряемых напряжений (+15В...-15В) с входным напряжением АЦП (+5...-5В) используется делитель напряжения, состоящий из резисторов R7, R8. Сопротивления этих резисторов задаются таким образом, чтобы при изменении напряжения на входе от -15 до +15В напряжение на выходе изменялось в диапазоне -3В...+3В. Входной ток АЦП равен 40мкА, а падение напряжения на резисторе R8 должно быть равно 3В, исходя из этого найдем значение номиналов резисторов:

$$R_8 = \frac{U_{R8}}{I_{вх.ацп}} = \frac{3}{40 \cdot 10^{-6}} = 75000 \quad (3)$$

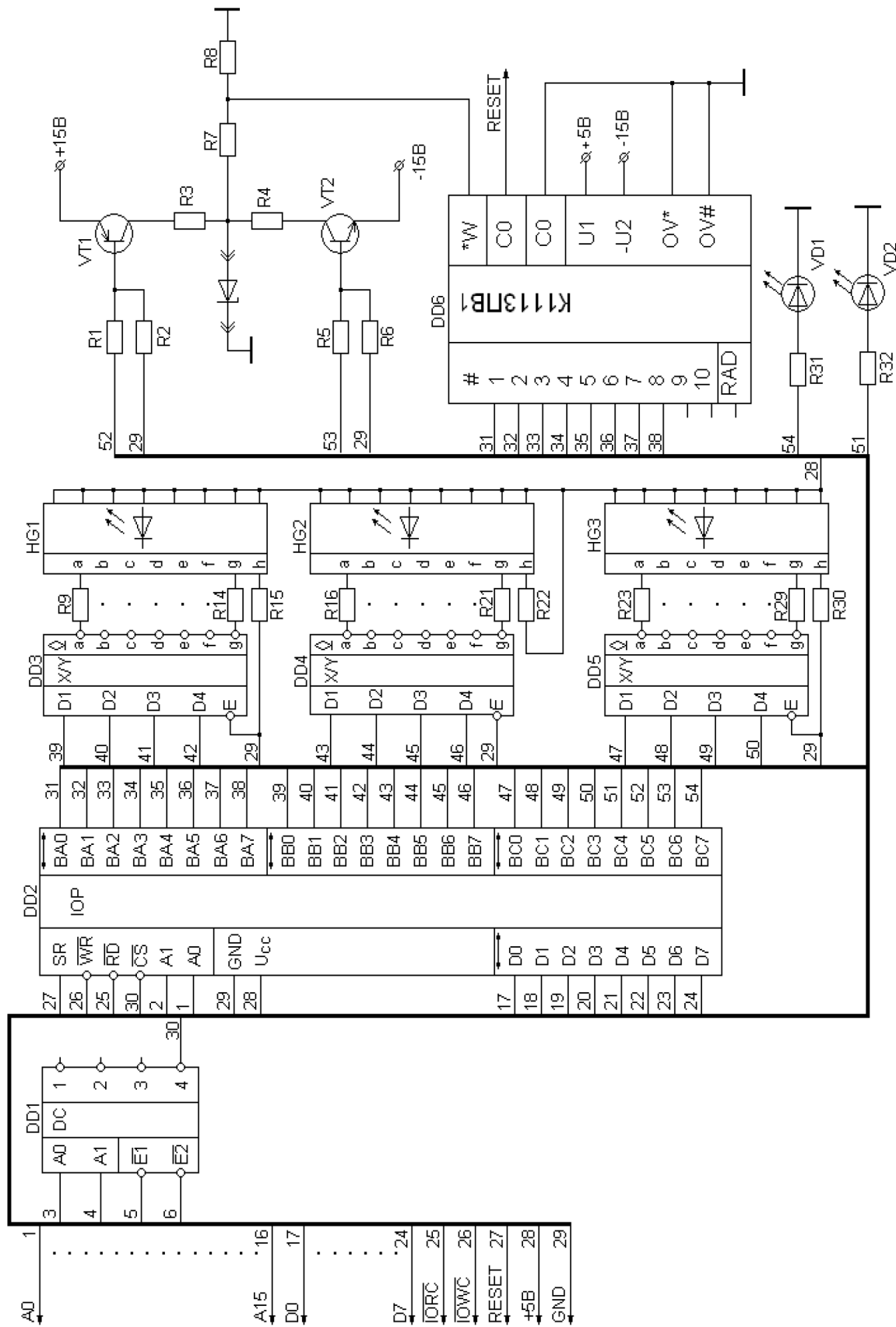


Рис. 2. Принципиальная схема устройства

$$R_7 = \frac{U_{VD\max} - U_{R8}}{I_{\text{ацп.вх}}^1} = \frac{15 - 3}{40 \cdot 10^{-6}} = 300000 \quad (4)$$

Микросхема АЦП имеет один вход для подачи опорного напряжения $U_{\text{оп}}$, два входа для подачи напряжения питания $U_{\text{п1}}$ и $U_{\text{п2}}$, выходы $OV\#$ и OV^* — соответственно цифровая и аналоговая земля [1].

Для отображения измеренных прямого и обратного падений напряжения на тестируемом стабилитроне используются светодиодные индикаторы HG1- HG3 и светодиод VD2 (знак минус). Поскольку, обратное напряжение на стабилитроне может быть 15В, то для его отображения с точностью до десятых долей вольта понадобится три индикатора: HG1 отображает десятки, HG2 отображает единицы, HG3 — десятые доли прямого и обратного напряжения. Индикаторы выполнены по схеме с общим анодом и зажигаются уровнем логического нуля. Для ограничения тока последовательно с каждым светодиодом включается резистор:

$$R = \frac{U_n - U_{\text{вых}}^0 - U_{\text{д}}}{I_{\text{пр}}} = \frac{5 - 0,3 - 2,2}{0,025} = 100 \text{ Ом} \quad (5)$$

Выходной ток 25мА вполне приемлем для микросхемы К155ПП5 благодаря выходам с общим коллектором.

Для организации портов ввода-вывода используется БИС КР580ВВ55А [3]. Обращение к микросхеме производится по адресам @1ВН @1АН, @19Н при выводе информации и при программировании ППА, и по адресу @18Н, при наличии низкого уровня сигнала \overline{IORC} , при вводе данных с АЦП. Через первый и второй биты канала С ППА производится управление полярностью, подводимого к стабилитрону напряжения.

На рисунке 3 приведены временные диаграммы записи информации в каналы В и С ППА (третий машинный цикл команды OUT). При выставлении на шину адреса @19Н или @1АН на выходе дешифратора адреса, собранного на микросхемах DD1 выставляется низкий уровень сигнала \overline{CS} (вывод 30 общей шины), который подается на вход микросхемы DD2, то есть происходит выбор ППА. Запись информации производится по переднему фронту сигнала C_1 и данные D появляются на выходах каналов В, С [3].

На рисунке 4 приведены временные диаграммы чтения информации из канала А (опроса АЦП). Низкий уровень сигнала \overline{CS} (вывод 30 общей шины), выставляемый по адресу @18Н, разрешает ввод данных с канала А ППА. Запись данных в микропроцессор происходит через канал А ППА на третьем такте третьего машинного цикла команды IN по спаду тактового импульса C_1 .

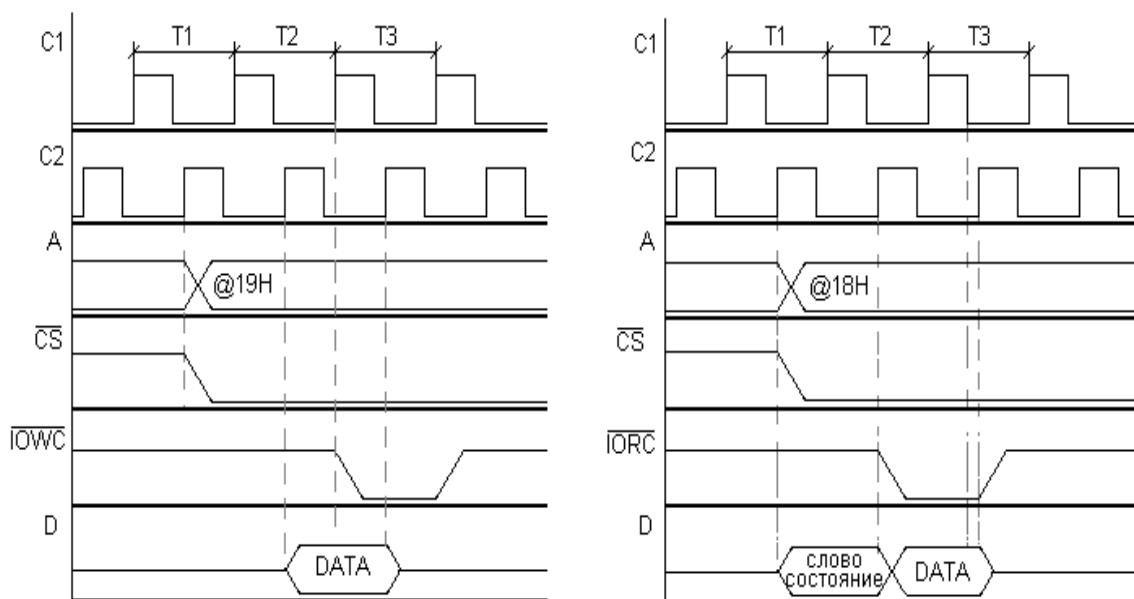


Рис. 3. Временные диаграммы записи данных в ППА (слева); временные диаграммы чтения из ППА (справа)

Обращение к микросхеме ППА производится по адресам: @1ВН — при программировании ППА; @18Н — при считывании информации с АЦП; @19Н — при выводе значения целой части напряжения на стабилитроне; @1АН — при выводе значения дробной части напряжения на стабилитроне, а также для индикации знака напряже-

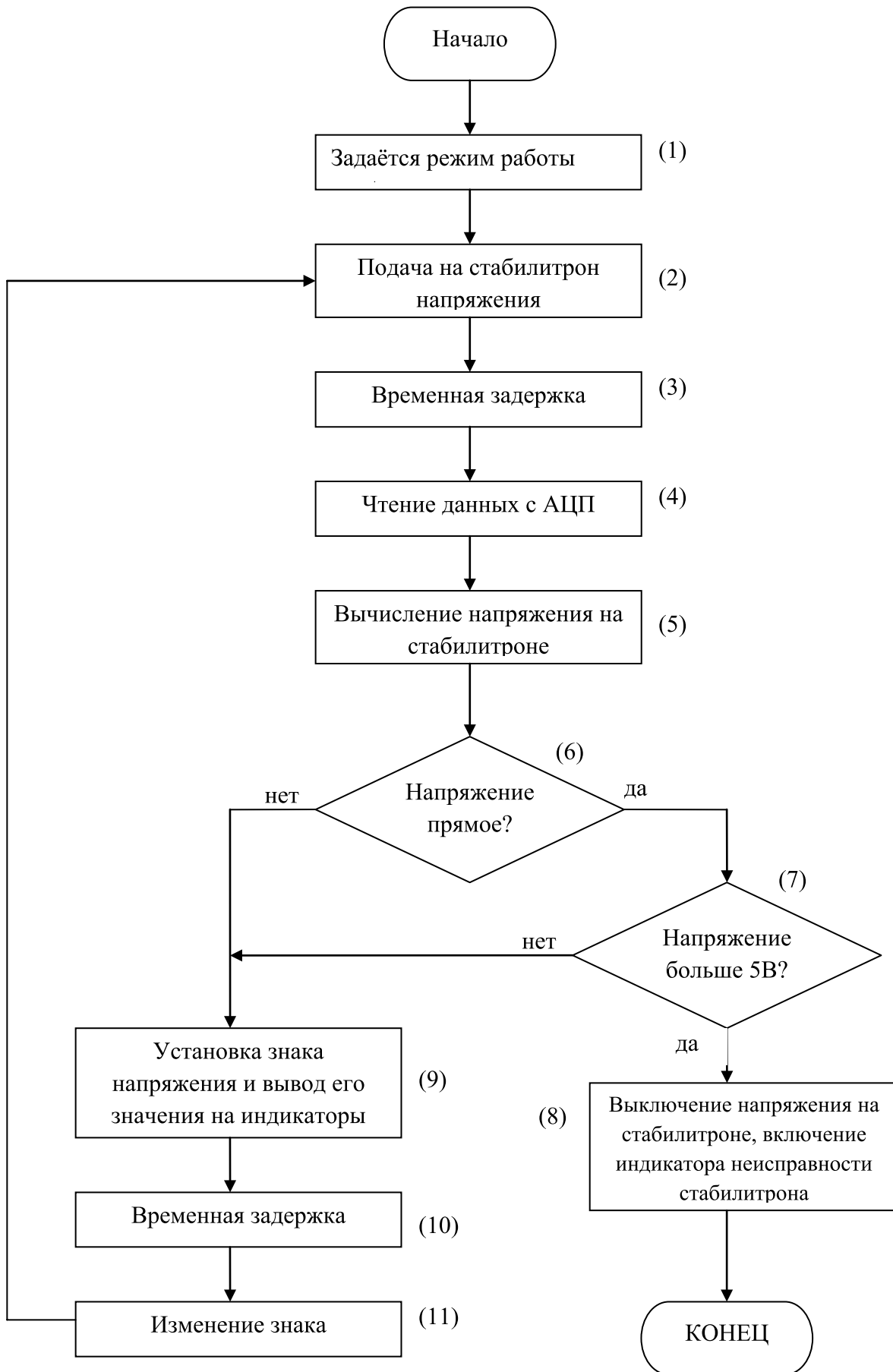


Рис. 4. Блок-схема программы

ния, неисправности стабилитрона, переключении полярности напряжения на нем. Управляющая программа располагается в ячейках ОЗУ в диапазоне адресов 0800h-0877h.

В начале программы осуществляем настройку ППА в режим 0, при этом канал А программируем на ввод данных, а канал В и С — на вывод (блок 1). Блок 2 осуществляет приложение к тестируемому стабилитрону напряжения заданной полярности, сначала положительной, а затем отрицательной. Поскольку рабочая частота тестируемого стабилитрона неизвестна и АЦП необходимо время для преобразования входного аналогового сигнала в цифровой, то между изменением полярности напряжения на стабилитроне и его измерением необходимо осуществить временную задержку (блок 3).

Блок 4 — опрос АЦП. Блок 5 осуществляет перевод двоичного кода, поступающего с АЦП, в двоично-десятичный код. Поскольку напряжение на входе АЦП изменяется в диапазоне $\pm 3В..0$, что соответствует диапазону входных напряжений $\pm 15В..0$, а источник опорного напряжения равен 5В, то учитывая, что код на выходе АЦП при положительном или отрицательном напряжении изменяется в пределах от 0 до 127D, можем определить, что изменение входного напряжения на 0,2В соответствует изменению выходного кода на $(127 \cdot 3)/(5 \cdot (15/0,2)) = 1,016 \approx 1$. Так как АЦП выдает только целые числа, напряжение будет измеряться с шагом 0,2В. Если напряжение не укладывается в десятые доли вольта, то число единиц инкрементируется. При превышении числа единиц девяти инкрементируется число десятков.

Далее проверяется знак приложенного напряжения к стабилитрону (блок 6). Если в регистре Н было число 01h, то приложенное напряжение прямое. При положительной полярности напряжения проверяется его значение (блок 7). В случае если прямое падение напряжения превышает 5В, то светодиод «стабилитрон неисправен» загорается (блок 8) и программа завершает своё выполнение. При этом на индикаторах выставится напряжение на стабилитроне.

Если напряжение на стабилитроне отрицательное или положительное, но меньше 5В, то на индикаторы выводится значение напряжения. При отрицательном напряжении еще загорается светодиод «минус» (блок 9).

Затем выполняется временная задержка для возможности визуального восприятия значения напряжения (блок 10). После этого содержимое регистра L изменяется и в аккумулятор записывается число для выставления отрицательного напряжения на стабилитроне (блок 11). Далее выполняется переход к блоку 2. Таким образом, программа выполняется в цикле, каждый раз обновляя отображаемые данные.

В результате проделанной работы было разработано устройство, позволяющее определить основные параметры стабилитрона: прямое напряжение при номинальном токе 50мА и обратное напряжение при величине подвального напряжения 15В. Следует отметить, что ток 50мА для ряда маломощных стабилитронов превышает предельно допустимый прямой ток и тестирование их данным прибором может привести к тепловому пробую. Напротив, для мощных стабилитронов ток 50мА намного меньше номинального тока, а так как прямое напряжение измеряется при номинальном токе, то для тестирования таких стабилитронов необходимы гораздо большие токи. Также и напряжение 15В может превысить предельно допустимое обратное напряжение для ряда стабилитронов, что опять же приведет к пробую.

Кроме измерения прямого и обратного падений напряжения с помощью данного прибора можно проводить контроль неисправности стабилитрона. Существует два основных вида неисправностей: это пробой или короткое замыкание внутри корпуса и обрыв одного из токоподводящих электродов. Для исправного стабилитрона обратное напряжение должно приближаться к напряжению источника, то есть к 15В, а прямое лежать в диапазоне от долей вольта до 2–3В. При пробое обратное падение напряжения на стабилитроне будет сильно отличаться от 15В и приближаться к прямому напряжению. При обрыве внутри корпуса стабилитрона прямое напряжение будет равняться 15В. Для индикации неисправности стабилитрона предусмотрен светодиод VD1.

Точность измерения во многом определяется точностью преобразования аналогового напряжения в цифровой код АЦП, допуском элементов схемы измерения, их температурными зависимостями.

Литература:

1. Э.-А. К. Багданскис, Р.Л. Пошюнас и др. «Быстродействующие интегральные микросхемы ЦАП и АЦП и измерение их параметров»: — М.: Радио и связь, 1988.
2. Хоровиц, П., Хилл У. Искусство схемотехники. [Djv-14.1М] Монография. Издание шестое. Авторы: Пауль Хоровиц (Paul Horowitz), Уинфилд Хилл (Winfield Hill). Перевод с английского Б.Н. Бронина, А.И. Коротова, М.Н. Микшиса, Л.В. Пospelова, О.А. Соболевой, Ю.В. Четкина. Научное издание. Москва: Издательство «Мир»: Редакция литературы по информатике и новой технике, 2003.
3. С.И. Лукьянов, А.Н. Панов, Е.И. Сидельникова, А.Е. Васильев. Лабораторный практикум по курсу «Электронные промышленные устройства»: Учебное пособие. — Магнитогорск: МГТУ, 2004.

Разработка системы измерения сопротивления

Мубаракшин Ахтиам Радикович, магистрант;
Ахметдинов Дмитрий Александрович, магистрант;
Моисеев Владимир Сергеевич, магистрант

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова (Челябинская обл.)

В данной статье рассматривается МП-система измерения сопротивления. Данная система способна проводить измерение сопротивлений в диапазоне от 1 Ом до 1 кОм с точностью 1%. Основой системы является 8-разрядный АЦП К1107ПВ2.

Ключевые слова: сопротивление, омметр, система измерения, аналогово-цифровой преобразователь, светодиод, микросхема

Development of the resistance measurement system

Mubarakshin Akhtiam Radikovich, student-master;
Ahmetdinov Dmitry Aleksandrovich, student-master;
Moiseyev Vladimir Sergeevich, student-master
Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia, Magnitogorsk

In this article, the MP system for measuring resistance is considered. This system is capable of measuring resistance in the range from 1 ohm to 1 kohm with an accuracy of 1%. The base system is an 8-bit A / D converter K1107PV2.

Key words: resistance, ohmmeter, measuring system, analog to digital converter, light-emitting diode, chip

Принцип работы данной системы состоит в следующем. При неизменном токе сопротивление образца будет прямо пропорционально напряжению на зажимах. Таким образом, для реализации системы необходим источник стабилизированного тока. Для измерения сопротивления с максимальной точностью 1% достаточно 3 десятичных или 8 двоичных разрядов. Однако, для поддержания принятой точности необходимо переключение пределов измерений. В данной работе приняты следующие пределы измерения: 2 Ом, 20 Ом, 200 Ом, 2 кОм.

На рисунке 1 представлена структурная схема омметра.

Результат измерения выводится на 4-х разрядный 7-и сегментный светодиодный индикатор красного свечения. Все цифровые элементы TTL или TTL-совместимые. Для переключения пределов измерения применены малогабаритные реле 112.3747, рассчитанные на номинальное напряжение 12В. Интегральная полупроводниковая ИС К1107ПВ2 представляет собой быстродействующий 8-разрядный аналого-цифровой преобразователь.

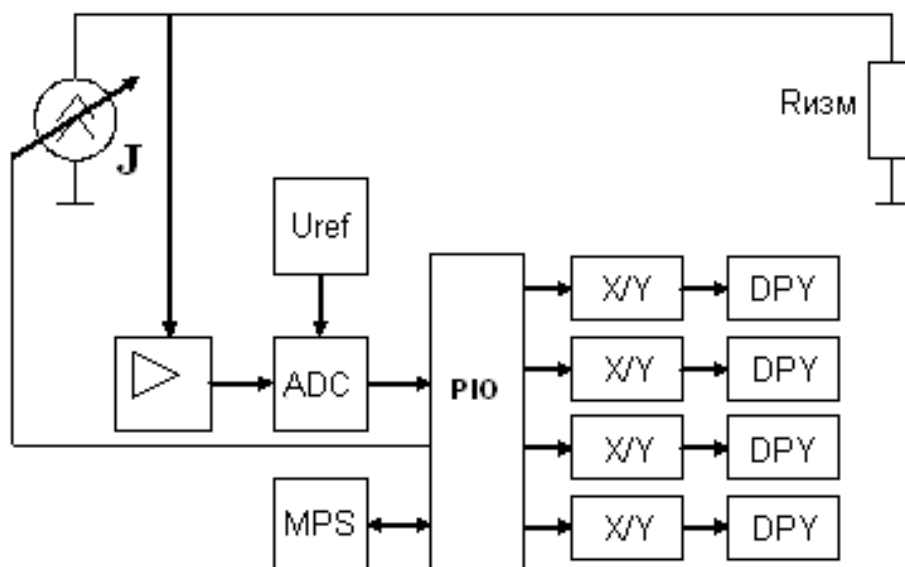


Рис. 1. Структурная схема «Омметра»



— масштабный усилитель постоянного тока

$R_{изм}$ — измеряемое сопротивление

J — ступенчато регулируемый источник тока.

PIO — программируемый параллельный адаптер КР580ВВ55А

ADC — аналого-цифровой преобразователь К1107ПВ2

X/Y — преобразователь кода для 7-сегментного индикатора К155ПП5

DPY — светодиодный 7-сегментный индикатор типа АЛС324Б

MPS — микропроцессорная система на базе КР580ВМ80А

Микросхема предназначена для преобразования входных аналоговых сигналов в диапазоне отрицательных напряжений от -2 В до 0 в один из потенциальных кодов параллельного считывания: прямой двоичный, обратный двоичный, прямой дополнительный, обратный дополнительный. Построение АЦП по полностью параллельной схеме позволяет получать максимальное быстродействие при минимальной динамической погрешности без использования внешней схемы УВХ при сохранении монотонности ХП в диапазоне частот до $2,5$ МГц. Выходные уровни и уровни сигналов управления АЦП соответствуют уровням ТТЛ.

В качестве портов ввода/вывода используются микросхемы К589АП16 и КР580ВВ55А [1]. Микросхема

К589АП16 — шинный формирователь (ШФ) является параллельным двунаправленным формирователем сигналов для управления магистралями (шинами) в цифровых вычислительных устройствах. ИС представляет собой четырехканальный коммутатор, имеющий в каждом канале одну шину для приема информации, одну шину для выдачи и одну двунаправленную шину для приема и выдачи [2].

Обмен информацией между магистралью данных систем и микросхемой КР580ВВ55А осуществляется через 8-разрядный двунаправленный трехстабильный канал данных. Для связи, с периферийными устройствами используются 34 линии ввода/вывод, сгруппированные в три 8-разрядных канала *ВА*, *ВВ*, *ВС*. Направление передачи информации и режимы работы которых определяются программным способом. Микросхема может функционировать в трех основных режимах. В режиме 0 , который использован в данной разработке, обеспечивается возможность синхронной программно управляемой передачи данных через два независимых 8-разрядных канала *ВА*, *ВВ* и два 4-разрядных канала *ВС*. Канал *ВА* запрограммирован на ввод, каналы *ВВ* и *ВС* на вывод [3].

Микросхема КР580ВВ55А сопряжена с реле КV1 ÷ КV4 через мощные транзисторы КТ815А. Источником тока служит интегральный стабилизатор напряжения, собранный по схеме с шунтом, состоящим из резисторов R35 ÷ R38, коммутируемых контактами реле КV1 ÷ КV4.

Таблица 1. Соответствия для расчета R35÷R38.

Предел $R_{изм}$	$I_{изм}$	$U_{изм}$	$K_{масш}$ для DD12	U_{dac}	$R_{ш}=R35+R36+R37+R38$
2 кОм	50 мкА	0,1 В	15.686	1.5686 В	98 кОм
200 Ом	500 мкА	0,1 В	15.686	1.5686 В	9,8 кОм
20 Ом	5 мА	0,1 В	15.686	1.5686 В	980 Ом
2 Ом	50 мА	0,1 В	15.686	1.5686 В	98 Ом

Расчет резисторов схемы:

Расчет R35 ÷ R38:

- резистор R35=98 Ом;
- резистор R36=980 — R35 = 882 Ом;
- резистор R37=9800 — (R35+R36) = 8820 Ом;
- резистор R38=98000 — (R35+R36+R37) = 88200 Ом.

Резисторы R39, R40 обеспечивают коэффициент усиления операционного усилителя равным 15,686:

- резистор R39=1000 Ом;
- резистор R40= 14700 Ом.

Сегменты индикаторов НГ1 ÷ НГ4 потребляют ток 20 мА, который обеспечивает нормальную яркость свечения.

$$R_1 \div R_{30} = \frac{U_{num} - U^1}{I_{VD}} = \frac{5 - 2,4}{0,02} = 130 \text{ Ом} \quad (1)$$

Резисторы R41, R42, R43 обеспечивают напряжение -6В и -2В для АЦП:

- резистор R41= 9 кОм;
- резистор R42= 4 кОм;
- резистор R43= 2 кОм.

Питание устройства:

- +5В — от МПС. Все цифровые ИМС имеют питание +5В;
- +12В — нестабилизированное питание обмоток реле;
- ±15В — стабилизированное питание аналоговой части устройства.

На рисунках 4 и 5 представлена блок схема разрабатываемой системы.

Блок 1. В регистр управления ППА загружается число соответствующее нулевому режиму работы, при котором каналы В и С работают на вывод, а канал А работает на ввод.

Блок 2. В регистр В записывается восьмиразрядное число, причём нулевой, первый и второй биты управляют реле, а четвёртый и пятый — плавающей точкой.

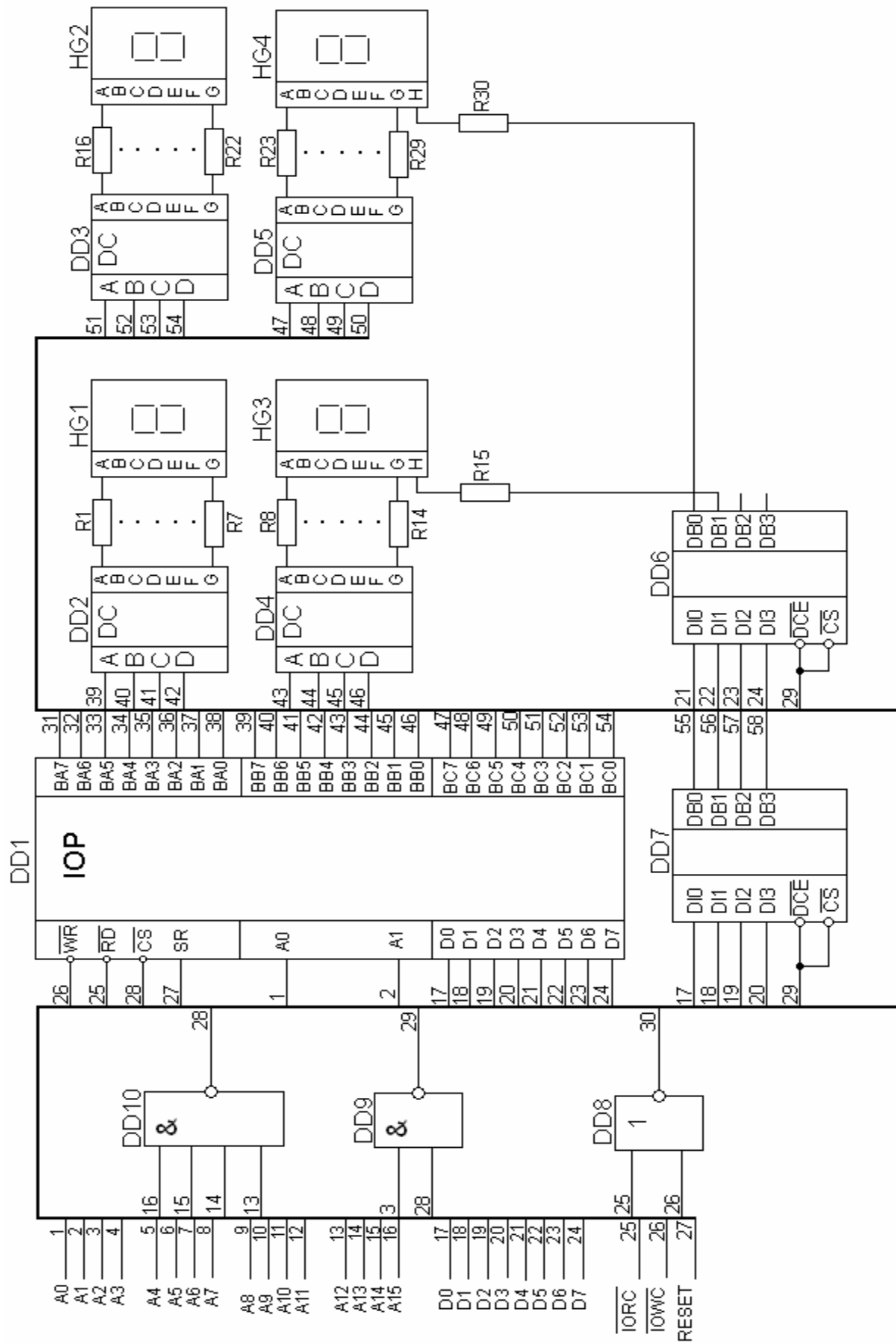


Рис. 2. Цифровая часть принципиальной схемы «Омметра»

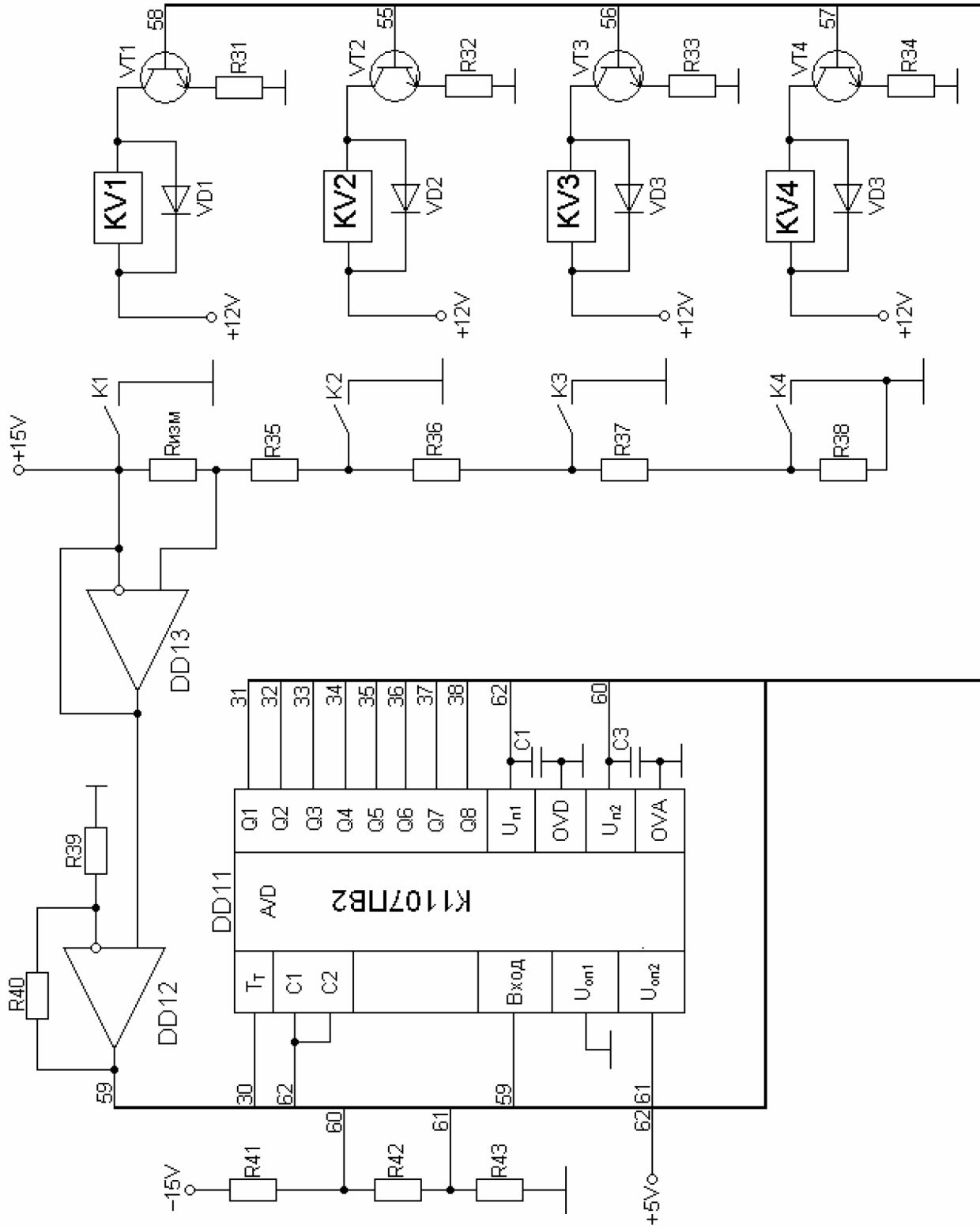


Рис. 3. Аналоговая часть принципиальной схемы «Омметра»

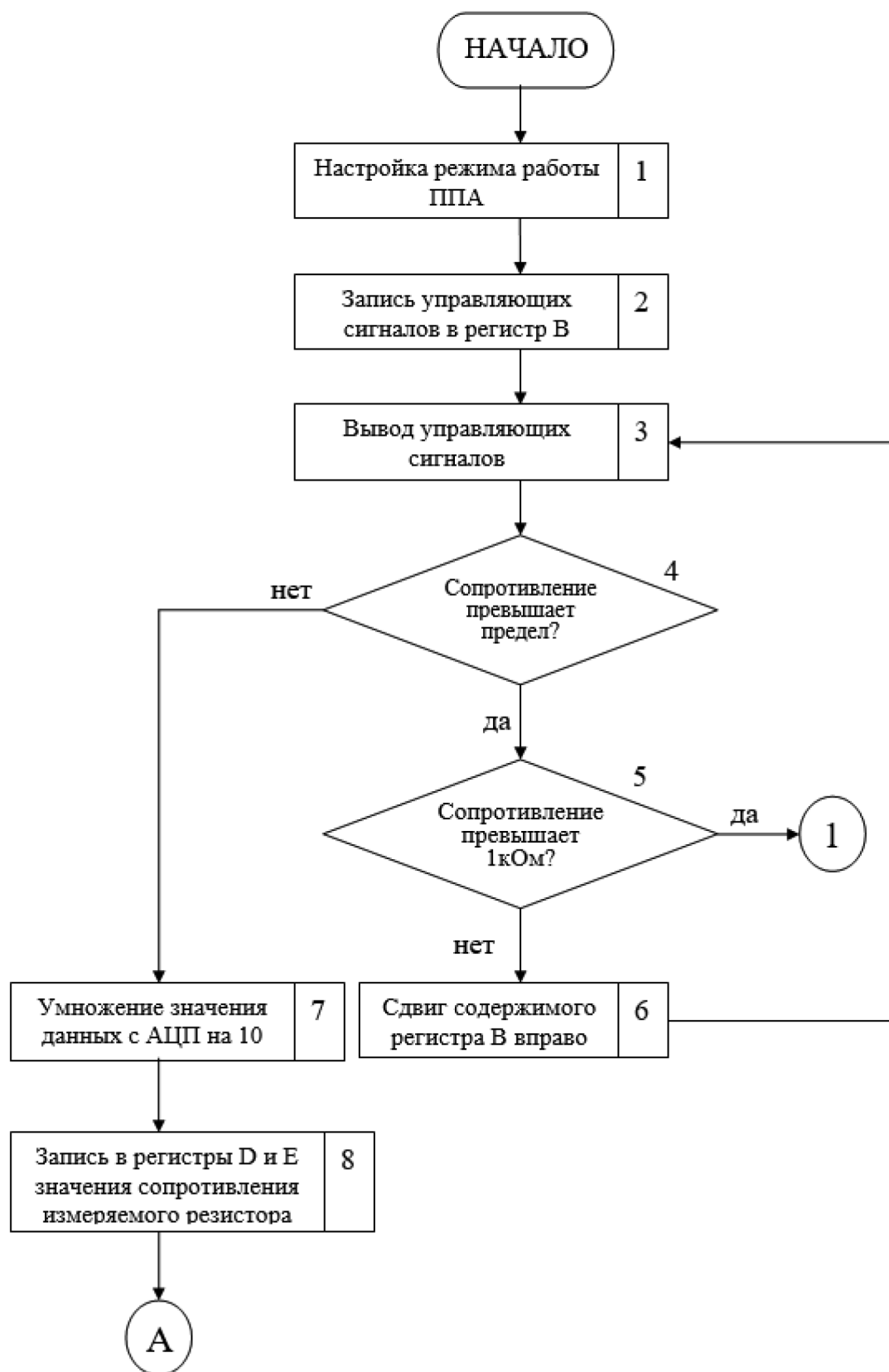


Рис. 4. Блок-схема реализуемого устройства

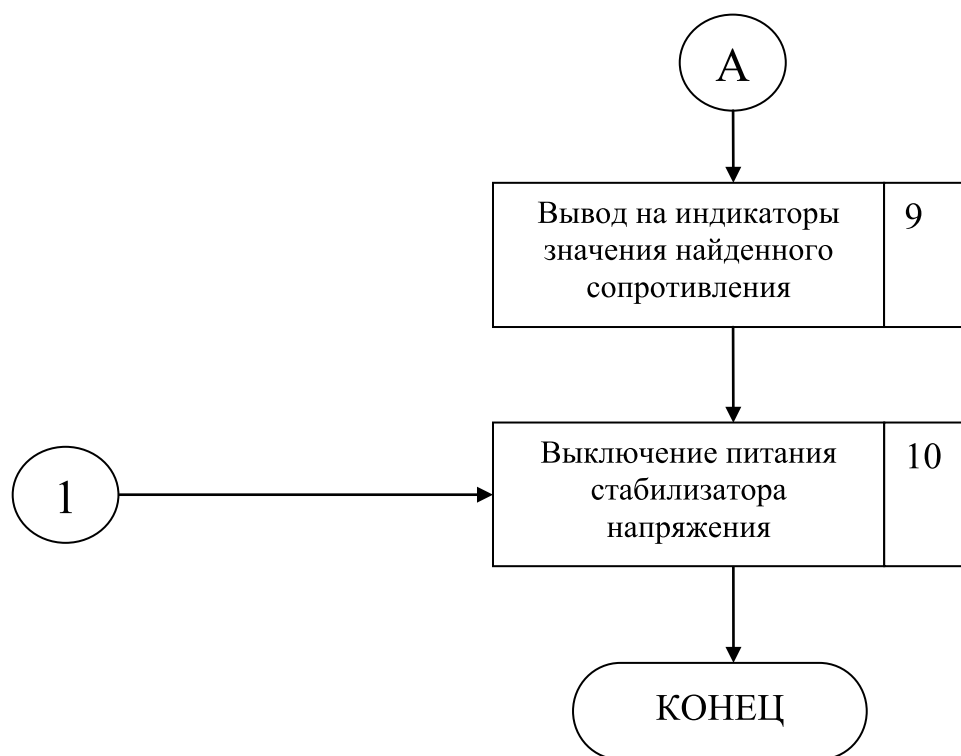


Рис. 5. Продолжение блок-схемы

Блок 3. В порт F4h выводится содержимое регистра В, задающее ток через измеряемое сопротивление и точку на семисегментных индикаторах.

Блок 4. Проверяется значение напряжения на сопротивлении. Если оно не превышает предел измерения АЦП, то следующим выполняется блок 7. В противном случае выполняется блок 5.

Блок 5. Если сопротивление больше 2 кОм, то осуществляется переход к блоку 10. Иначе выполняется блок 6.

Блок 6. Содержимое регистра В сдвигается вправо, тем самым увеличивается последовательно включенное с измеряемым резистором сопротивление, плавающая точка переходит на другой индикатор.

Блок 7. Двоичное число на выходе АЦП, пропорциональное измеряемому сопротивлению, умножается на десять, таким образом, в регистровую пару HL записывается значение сопротивления измеряемого резистора в двоичном коде.

Блок 8. Для перевода значения сопротивления измеряемого резистора из двоичного кода в двоично-десятичный содержимое регистровой пары HL декрементируется, а количество единиц инкрементируется. Если количество единиц будет больше 9, то счётчик единиц обнуляется, а счётчик десятков инкрементируется. При превышении количества десятков 9, счётчик десятков обнуляется, а счётчик сотен инкрементируется и так далее. Таким образом, подсчитывается сопротивление

резистора, результат записывается в регистровую пару DE.

Блок 9. Значение найденного сопротивления резистора выводится на четыре семисегментных индикатора из регистровой пары DE в порты @F1, @F2.

Блок 10. Питающее напряжение стабилизатора замыкается на землю с помощью реле. После этого программа завершает свою работу.

Результатом проделанной работы стал омметр, предназначенный для измерения сопротивлений от 1 Ом до 1 кОм с точностью 1%. Результат измерения выводится на 4-х разрядный 7-и сегментный светодиодный индикатор красного свечения, а также имеется возможность передавать показания другим программным приложениям МПС. При попытке измерения сопротивления больше 2000 Ом, программа отключает напряжение от измеряемого резистора, так как напряжение на входе АЦП станет больше по модулю -2В, а длительное превышение может вывести его из строя. При изменении одной команды, можно увеличить предел измерения до 2400 Ом. Для увеличения пределов измерения можно изменить номиналы резисторов R35-R38, но при этом точность при малых сопротивлениях измеряемого резистора уменьшится. Для устранения этого недостатка можно увеличить количество пределов измерения сопротивления, но при этом понадобится добавлять еще несколько резисторов и реле, что приведёт к увеличению массогабаритных размеров «Омметра».

Литература:

1. С. И. Лукьянов, А. Н. Панов, Е. И. Сидельникова, А. Е. Васильев. Лабораторный практикум по курсу «Электронные промышленные устройства»: Учебное пособие. — Магнитогорск: МГТУ, 2004.
2. К589АП16 и К589АП26 [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://dplm2008.narod.ru/str/komplects/k589/k589_k589ap16_k589ap2f.html. — Заглавие с экрана. — (дата обращения: 31.05.2017).
3. Микросхемы для «ЮТ-88» [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://junetech.chat.ru/kollektion/ut88/mikrosx.htm>. — Заглавие с экрана. — (дата обращения: 31.05.2017).

Общие требования технической эстетики к объектам проектирования

Наимов Санджар Тулкунович, старший преподаватель
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В статье кратко описывается процесс разработки изделия художниками-конструкторами, а также процесс определения качества и оценка конструктивных, технико-экономических стороны продукции. Кроме этого, обращается внимание на значимость технических возможностей и условий формообразования изделий, особенности их конструктивного решения, технологии производства, свойства материалов.

Ключевые слова: продукция, художник-конструктор, конструкция, технология, проектирование, формообразование

Качественные признаки продукции предопределяются уже в процессе проектирования и реализуются при производстве изделий. После изготовления они проходят процесс потребления, поэтому качество создаваемой и существующей продукции можно оценивать по производственным и потребительским признакам. К первым, определяющим качество продукции, относятся конструктивные, технологические и технико-экономические.

Конструктивные признаки предполагают достижение возможной простоты и целесообразности конструкции изделия, рациональный выбор материалов, назначение размеров элементов и решение узлов в соответствии с действительными нагрузками и условиями эксплуатации в целях обеспечения надежности. Конструкция изделия должна обеспечивать его нормальное функционирование в течение всего периода эксплуатации.

Технологические признаки обуславливают соответствие изделий оптимальной технологии их изготовления и в значительной мере обеспечиваются уже при разработке конструкций изделий. Технологичной называется такая конструкция изделия или составляющих его элементов, которая обеспечивает заданные эксплуатационные качества продукции и позволяет изготавливать ее с наименьшими затратами труда и материалов. Технологическая конструкция характеризуется простотой компоновки и совершенством формы, обеспечивает удобство и минимальную трудоемкость в процессе сборки и при ремонте. Важным средством обеспечения технологичности является широкое применение в новых конструкциях таких деталей, узлов, механизмов, агрегатов, которые уже входили в ранее изготавливаемые изделия, а также нормализованных и стандартизованных узлов и деталей. При

проектировании объектов техники, рабочих мест, изделий культурно-бытового назначения должен соблюдаться основной принцип художественного конструирования — комплексный учет всех требований. В любом изделии польза, удобство и красота связаны неразрывно. Красота создается с первых этапов проектирования и при условии, когда форма вещи строится на основе ее объективной зависимости от функции, конструкции, материала, технологии и других факторов.

Художественное конструирование предусматривает работу художника-конструктора совместно с исследователем, конструктором, технологом и другими специалистами на всех стадиях проектирования начиная с подготовительного этапа. Только при этом условии участие художника-конструктора в проектировании нового объекта будет эффективным и только в этом случае может быть обеспечено высокое его качество.

В работе над формой художник-конструктор должен учитывать объективные закономерности формообразования. Форма любого предмета зависит от множества условий. Как было уже отмечено, она должна соответствовать функциональному назначению, конструктивной основе изделия, применяемым материалам и технологии его изготовления, отвечать эстетическим требованиям. Но среди всех факторов, оказывающих влияние на форму, выделяют наиболее важное — функциональное назначения изделия. Основная цель создания товаров массового спроса — удовлетворение бытовых нужд, а изделий художественной промышленности — удовлетворение эстетических потребностей. Проектируя любое изделие, художник — конструктор должен обеспечить не только полезность вещи, но и сделать ее красивой, соответству-

ющей стилию, моде, эстетическим вкусам. Разнообразие же назначений изделий — от чисто утилитарных до эстетических — обуславливает различные подходы и приемы их проектирования. При этом в творческой работе художника-конструктора важно правильно оценивать соотношение утилитарных и эстетических требований. Красотой отличаются и творения человека. В одних случаях ее обеспечивают точный расчет, учет конструктивно-технологических, эргономических требований к изделию. Главным создателем красоты является инженер. Так, красивыми могут быть искусственный алмаз, фактура полированного металла и т. д. В других случаях, например, когда нельзя применить расчеты, красоту создает художник, который, опираясь на профессиональные знания и развитое эстетическое чувство, придает своим творениям эстетически совершенную форму. Такова красота ювелирных изделий, тканей, декоративной керамики и других вещей, форму, материал, фактуру, цвет и другие свойства, которых художник сознательно подчиняет своему эстетическому замыслу.

Деятельность художника-конструктора распространяется от изделий часто технических, до декоративно-прикладных. Иначе, он имеет дело с множеством типов изделий, для которых соотношение утилитарных и эстетических требований неодинаково. Но, несмотря на это, польза и красота изделий при художественном проектировании всегда понимаются только в неразрывном единстве.

При проектировании изделий, эстетические требования к которым преобладают (сувениры, многие изделия культурно — бытового назначения), начинает возрастать, а иногда становится главным художественный поиск формы, следование стилию и моде. Но при этом нельзя пренебрегать техническими факторами формообразования, особенностями технологии производства изделий, свойствами материалов.

И так, для различных изделий польза и красота выступают в разнообразных соотношениях, а это требует в каждом конкретном случае определенного подхода при решении задач проектирования.

Процесс проектирования представляет собой последовательное выполнение операций от исходной до дизайнерского проекта.

Основным фактором, который определяет процесс проектирования, является цель проекта. От нее зависит содержание и направление работы художника — конструктора, применяемые в процессе работы методы и средства. В качестве цели проекта выступают свойства и функции изделий, необходимые обществу. Художнику-конструк-

тору необходимо спроектировать такую вещь, чтобы по полезности она превосходила свои аналоги.

При инженерном или техническом проектировании разрабатывается материальная основа изделия, а при художественном конструировании эта основа наделяется удобством пользования и красотой. Имея другие задачи, оно таким образом, отличается от инженерного проектирования.

Участие художника-конструктора в проектировании особенно важно в начале работы — на этапах предпроектного анализа в разработке художественно-конструкторских предложений, т. е. когда рождаются идея и замысел будущего изделия. На последующих этапах замысел развивается и реально воплощается в проекте.

Особенности метода художественного конструирования является системный поиск решения, когда процесс проектирования начинается задолго до появления чертежей. После получения задания художник-конструктор приступает к разработке предварительных вариантов художественно-конструкторских предложений. Этот процесс ведется параллельно с углубленным анализом исходной проектной ситуации прототипов.

В начальной стадии проектировании художник-конструктор, анализируя исходную ситуацию, выясняет, чем она не удовлетворяет человека и что в ней должно быть изменено. При этом он изучает потребности в конкретном изделии, выявляет тенденции в развитии его формы и функции, технические характеристики, особенности эксплуатации и пути оптимизации функционального процесса.

Художник-конструктор должен знать технические возможности и условия формообразования изделий, поэтому при анализе аналогов изучаются особенности их конструктивного решения, технологии производства, свойства материалов. Такое исследование позволяет не только точнее разрабатывать требования к будущему изделию, но и успешнее реализовывать их в проекте.

Экспертиза потребительских свойств изделий культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода — важная область художественно-конструкторской деятельности. Она направлена на повышение качества выпускаемой продукции и является одним из элементов системы управления качеством.

В результате сравнительного анализа, который по каждой отдельной группе показателей проводится специалистами — экспертами, достигается его основная цель — определяется уровень потребительской ценности анализируемого изделия, его достоинства и недостатки, уровень качества в целом.

Литература:

1. Барташевич, А. А. Основы художественного конструирования — Мн.: Выс. шк., 1984. — 224 с.
2. Сомов, Ю. С. Композиция в технике. — М.: Машиностроение, 1977. — 280 с.

Трансформатор тока в магнитном поле

Пасынков Юрий Алексеевич, доктор технических наук, профессор;

Савиных Максим Александрович, аспирант

Новосибирский государственный технический университет

Первичным преобразователем тока в приборах учета электроэнергии часто является трансформатор тока. При воздействии на него постоянным магнитным полем трансформатор, как и весь электросчетчик в целом, приобретает отрицательную погрешность. В статье приведены результаты исследования поведения трансформатора тока при воздействии на него внешнего постоянного магнитного поля разной индукции.

Ключевые слова: трансформатор тока, счетчик электроэнергии, магнитное поле, постоянный магнит, насыщение, погрешность

В настоящее время одним из распространенных способов воровства электроэнергии является применение постоянных магнитов, которые устанавливают в непосредственной близости от электросчетчика. В этом случае в электронных счетчиках может переставать функционировать источник питания, но особенно сильно это влияет на счетчики, в которых в качестве датчика тока используется токовый трансформатор (ТТ). Магнитопровод ТТ под воздействием сильного постоянного магнитного поля насыщается, вследствие чего ТТ приобретает отрицательную погрешность. В данной статье описаны эксперименты с ТТ в постоянном магнитном поле и показано как именно и насколько влияет воздействие магнитного поля на работу ТТ, а также как при этом изменится учтенная электроэнергия, если такой ТТ установлен в счетчике электроэнергии.

Устройство трансформатора тока, принцип работы

Трансформатор тока (ТТ) — электромагнитное устройство, преобразующее переменный ток одной величины в переменный ток другой величины. Конструктивно он представляет собой магнитопровод с намотанными на него двумя обмотками — первичной и вторичной. По первичной обмотке трансформатора тока проходит ток I_1 , называемый первичным током. Если вторичная обмотка замкнута на некоторую нагрузку, т. е. к ней присоединена вторичная цепь, то в такой системе «вторичная обмотка — вторичная цепь» под действием индуцируемой э. д. с. будет проходить ток I_2 — вторичный [1]. Соотношение первичного и вторичного токов определяется коэффициентом трансформации, который в свою очередь определяется соотношением числа витков первичной и вторичной обмоток

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = k \quad (1)$$

Здесь I_1, I_2 — первичный и вторичный токи; N_1, N_2 — число витков первичной и вторичной обмоток, k — коэффициент трансформации. В измерительных трансформаторах тока, которые используются в счетчиках электроэнергии, первичной обмоткой обычно является токоведущий провод или шина с измеряемым током, ко-

торый проходит через центр сердечника, имеющего форму тора. Вторичная обмотка намотана на сердечник и имеет число витков от нескольких десятков до нескольких тысяч. При этом вторичный ток оказывается меньше вторичного в k раз и подается на измерительные цепи внутри счетчика. Важно, что вторичная обмотка должна быть замкнута на номинальное сопротивление, которое составляет несколько единиц или десятков Ом, в зависимости от ТТ.

Трансформатор тока, как и любой другой измерительный преобразователь, имеет погрешности. Вследствие влияния тока намагничивания, а также рассеяния магнитного потока и потерь на перемагничивание магнитопровода реальный вторичный ток ТТ I_2 отличается от идеального I_{2_0} , определяемого по формуле (1), согласно которой $I_{2_0} = I_1 \frac{N_1}{N_2}$. Причем реальный вторичный ток отличается от идеального как по величине (амплитуде, среднеквадратическому значению), так и по фазе. Поэтому различают токовую и угловую погрешности ТТ [1]. Если представить идеальный и реальный вторичный ток в виде комплексных чисел, то формально погрешности можно определить как:

$$\gamma_I = \frac{|I_2| - |I_{2_0}|}{|I_{2_0}|} 100 \% \quad (2)$$

$$\varphi = \angle I_2 - \angle I_{2_0} \quad (3)$$

Здесь γ_I — относительная токовая погрешность, φ — угловая погрешность. $|I|$ — среднеквадратическое значение тока, $\angle I$ — фаза тока.

Работа ТТ в магнитном поле

При воздействии на ТТ внешнего постоянного магнитного поля магнитопровод насыщается, уменьшается его магнитная проницаемость. При этом магнитная связь между первичной и вторичной обмотками ослабевает, и ТТ приобретает отрицательную погрешность.

Типовая характеристика намагничивания аморфного железа, из которого чаще всего изготавливают магнитопровод трансформатора тока, показана на рисунке 1 [2].

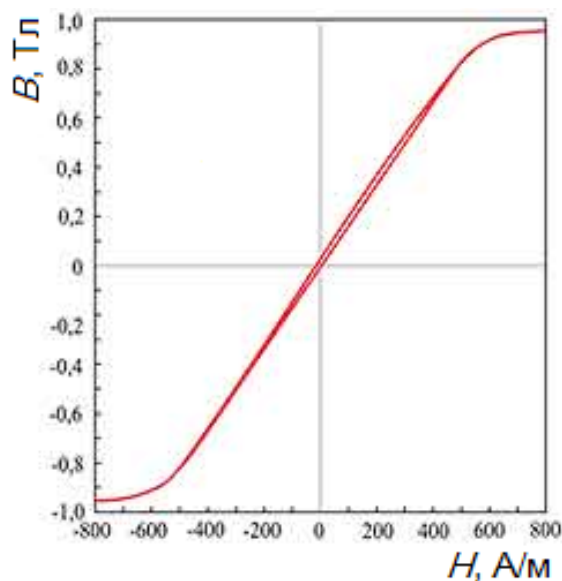


Рис. 1. Петля магнитного гистерезиса аморфного сплава ГМ515В

Видно, что при достижении напряженностью магнитного поля H определенного значения магнитная индукция B перестает увеличиваться и остается равной величине индукции насыщения, которая определяется видом магнитного материала. То есть магнитный материал насыщается, и его магнитная проницаемость $\mu = \frac{B}{H}$ значительно уменьшается. Это значит, что уменьшается и коэффициент передачи ТТ I_2/I_1 . Магнитная индукция в магнитопроводе складывается из переменной составляющей, вызванной первичным током, а также постоянной составляющей, которая определяется внешним магнитным полем. При небольшом значении индукции внешнего магнитного поля трансформатор доходит до насыщения только в определенные фазы, когда первичный ток и порождаемое им магнитное поле имеет наибольшее мгновенное значение. В эти моменты суммарная магнитная индукция в магнитопроводе достигает значения индукции насыщения. Это приводит к тому, что вторичный ток искажается и его среднеквадратическое значение уменьшается по сравнению с величиной без внешнего магнитного поля. При дальнейшем увеличении внешнего магнитного поля магнитопровод насыщается сильнее, для более широкого диапазона мгновенных значений первичного тока. При большой индукции внешнего магнитного поля, близкой к индукции насыщения, магнитопровод оказывается в насыщении для любого значения первичного тока, и ТТ становится по характеристикам близким к воздушному трансформатору с магнитной проницаемостью около единицы. Вторичный ток при этом падает практически до нуля.

Для оценки токовой погрешности был проведен эксперимент. Был взят трансформатор тока DCT104W с максимальным первичным током 100А. Его номинальная нагрузка составляет 12 Ом, коэффициент трансформации 2500. Первичный ток, подаваемый на трансформатор, в

эксперименте задавался с измерительного генератора УППУ-МЭ 3.1 [3]. Величина заданного тока в данном эксперименте была равной $I_1 = 50A$.

Поскольку вторичная обмотка ТТ замкнута на номинальную нагрузку (резистор $R_H = 12 \text{ Ом}$), то для оценки погрешности удобнее измерять падение напряжения на нем, которое в любом случае пропорционально вторичному току. Измерения напряжения производились мультиметром. Идеальное значение U_{R0} рассчитывалось исходя из коэффициента трансформации ТТ (формула 1), заданного первичного тока I_1 и значения сопротивления нагрузки (резистор использовался прецизионный, класса 0.1).

$$U_{R0} = \frac{I_1 R_H}{k} \tag{4}$$

Относительная токовая погрешность трансформатора при воздействии магнитного поля определялась по формуле

$$\gamma_I = \frac{U_R - U_{R0}}{U_{R0}} 100 \% \tag{5}$$

U_R — измеренное напряжение на нагрузочном резисторе при воздействии постоянного внешнего магнитного поля.

В качестве источника магнитного поля использовался неодимовый магнит с силой сцепления 100 кг. Он подносился к трансформатору тока на разное расстояние, которое регулировалось. Схема экспериментальной установки показана на рисунке 2.

График зависимости относительной токовой погрешности трансформатора тока, вызванной постоянным внешним магнитным полем от расстояния до магнита приведен на рисунке 3.

Из графика видно, что уже начиная с расстояния 22–23мм между магнитом и ТТ токовая погрешность транс-

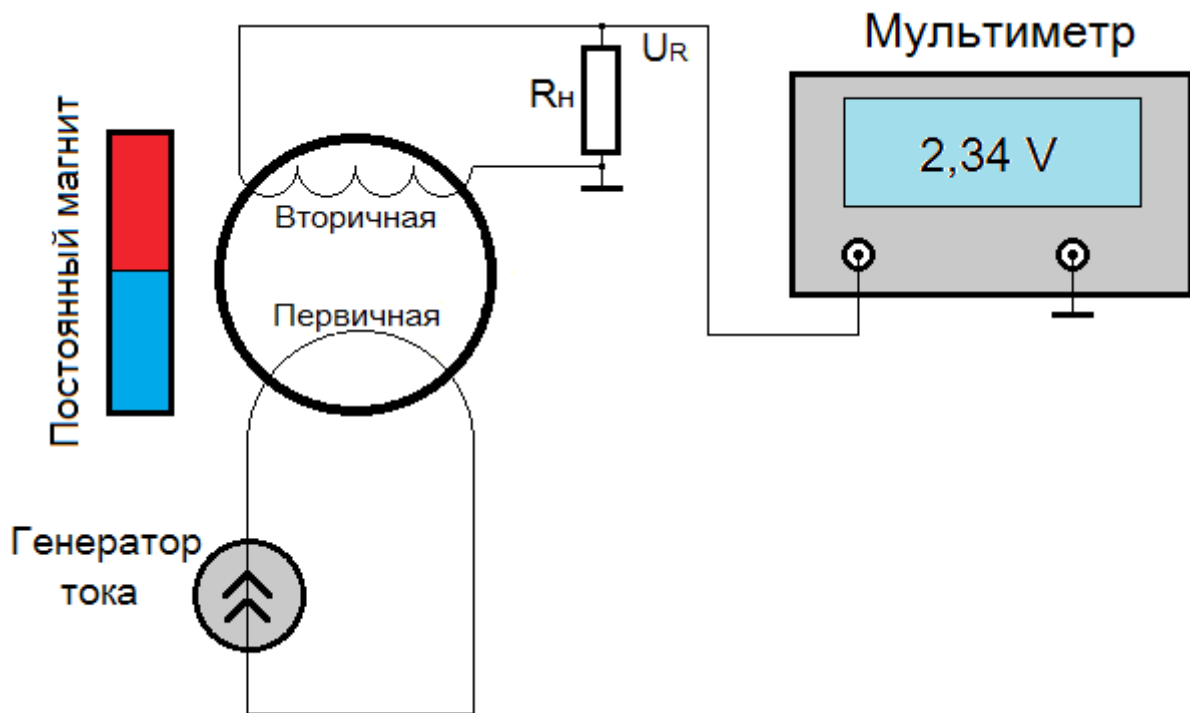


Рис. 2. Схема экспериментальной установки, определение токовой погрешности

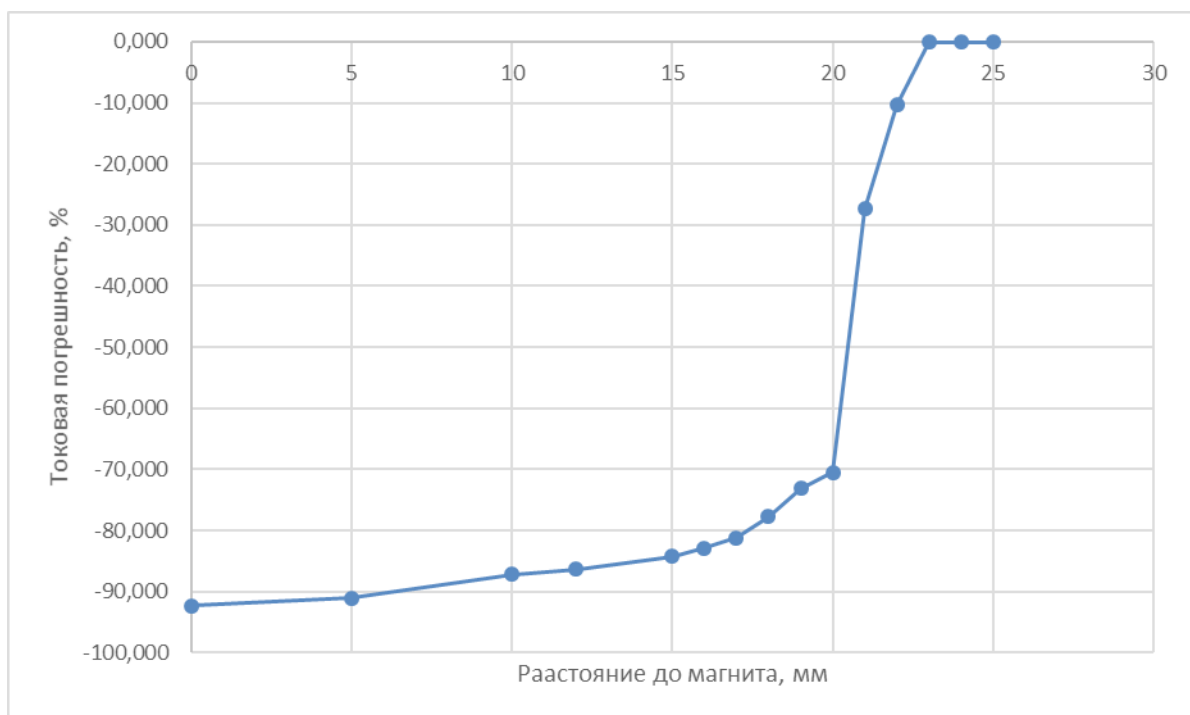


Рис. 3. Зависимость относительной токовой погрешности ТТ от расстояния до магнита

форматора начинает стремительно увеличиваться и достигает -92% в случае, когда магнит расположен вплотную к нему.

Кроме этого была измерена разница фаз между первичным и вторичным током. Для измерения использовались пропорциональные этим токам и синфазные с ними

напряжения, соответственно на шунте в первичной обмотке и на нагрузочном резисторе во вторичной (рисунок 4).

Согласно [1], разница фаз между первичным и вторичным током должна составлять в идеальном случае 180° . Однако измерения показали, что при воздействии

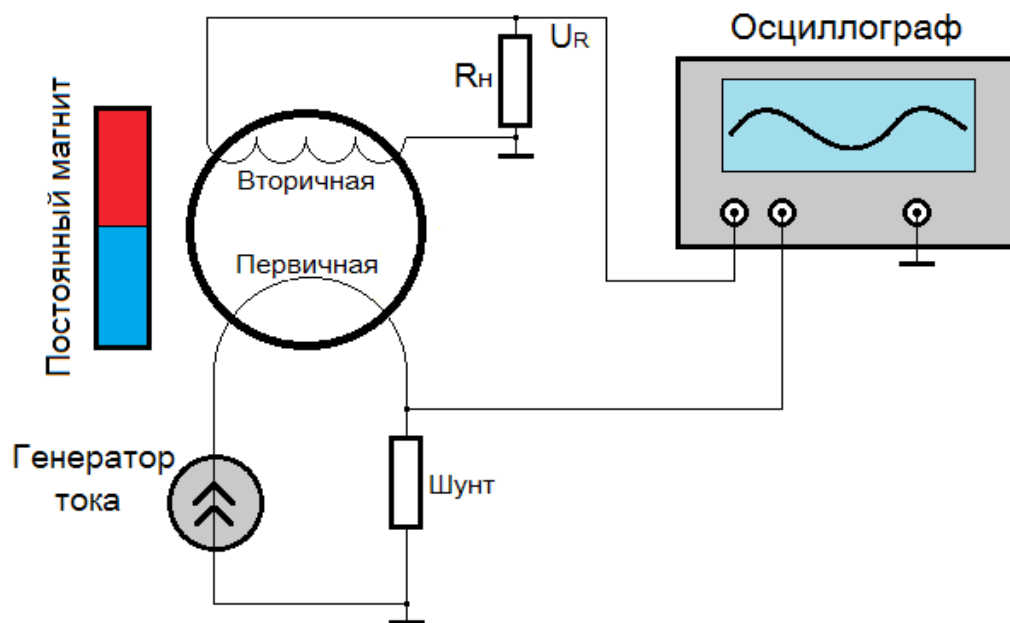


Рис. 4. Схема экспериментальной установки, определение угловой погрешности

постоянного внешнего магнитного поля она достигает 90° , то есть трансформатор тока по сути превращается в воздушный трансформатор, как было отмечено выше. График зависимости угловой погрешности от расстояния до магнита показан на рисунке 5. Оценка разницы фаз проводилась по разнице времени прохождения обоими сигналами нуля на осциллограмме.

Как было показано выше, при малой индукции внешнего магнитного поля (расстоянии до магнита 23–23 мм и больше) магнитопровод не доходит до стадии насы-

щения и характеристики ТТ не меняются. При уменьшении расстояния от магнита до ТТ до 15–20 мм в определенных фазах первичного тока магнитопровод начинает насыщаться, что приводит к появлению значительной токовой (до 70%) и угловой (до 80°) погрешностей. Когда магнит поднесен к ТТ на расстояние 10мм и ближе, магнитопровод оказывается в состоянии насыщения практически при любом первичном токе и ТТ работает как воздушный трансформатор. Токовая погрешность при этом более 90%, угловая — 90° .

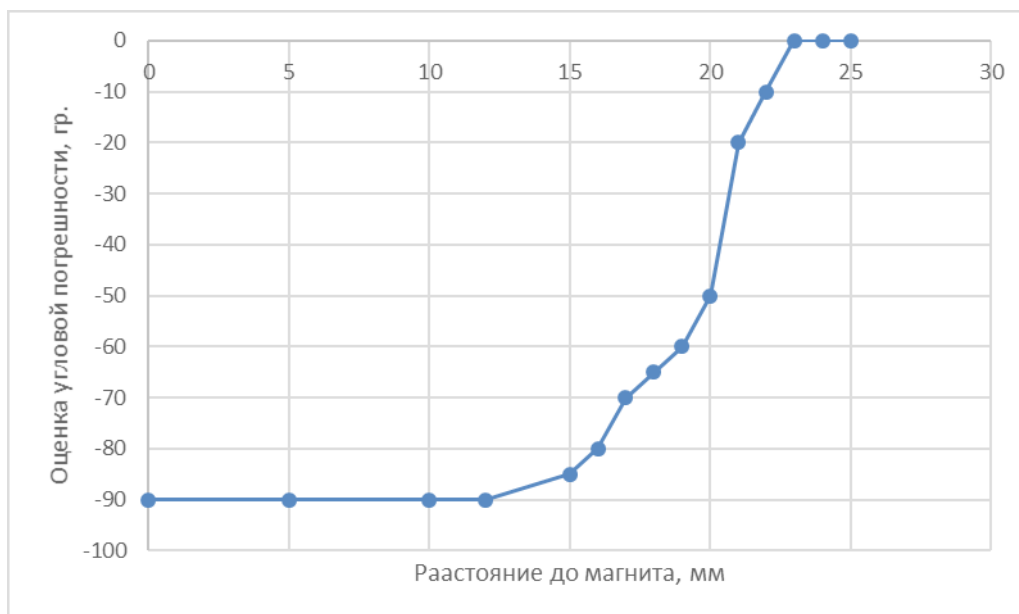


Рис. 5. Зависимость угловой погрешности ТТ от расстояния до магнита

Известно, что активная электрическая мощность пропорциональна напряжению, току и косинусу разницы фаз между ними, то есть

$$P_{\text{актив.}} = UI \cos \varphi \quad (6)$$

Если датчик тока в приборе, измеряющем мощность — токовый трансформатор, и он дает значительную отрицательную токовую погрешность, а также угловую погрешность, то результат измерения мощности также будет

иметь значительную отрицательную погрешность (так как будут меняться I и φ в формуле 6).

Если ТТ при наличии внешнего постоянного магнитного поля дает измерение тока с погрешностью по амплитуде и фазе в соответствии с графиками, показанными на рисунках 3 и 5, то относительная погрешность измерения мощности прибором с использованием такого ТТ в зависимости от расстояния до магнита будет иметь вид, показанный на рисунке 6.

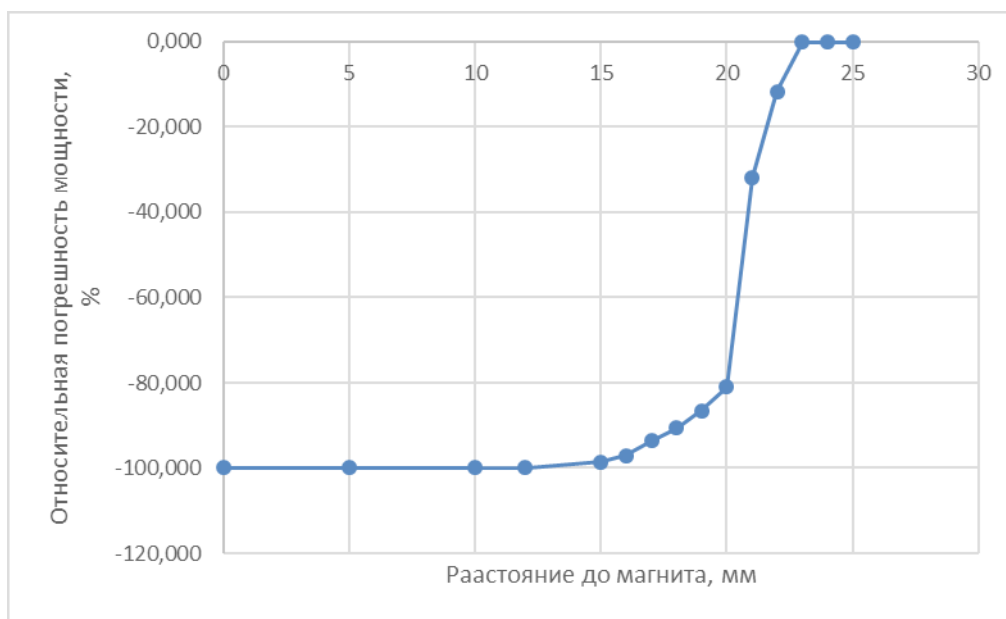


Рис. 6. Зависимость относительной погрешности активной мощности от расстояния до магнита

Из графика, показанного на рисунке 6, видно, что при расстоянии до магнита 15 мм и ближе погрешность измерения активной электрической мощности близка к 100%. За счет этого эффекта и осуществляется кража электроэнергии, когда сильный постоянный магнит устанавливают непосредственно на прибор учета электроэнергии.

Заключение

Таким образом, проведенные эксперименты показали, что если в приборе учета электроэнергии в качестве датчика тока используется токовый трансформатор, то с помощью сильного постоянного магнита можно добиться того, что потребляемая электроэнергия практически не

будет учитываться прибором. В экспериментах показано, что при использовании трансформатора тока DCT104W достаточно поднести неодимовый магнит с силой сцепления 100 кг на расстояние 15 мм для достижения указанного эффекта. Очевидно, что при использовании более сильного магнита будет достаточно и большего расстояния. Поэтому для защиты от кражи электроэнергии таким способом недостаточно просто увеличивать расстояние между трансформатором тока и стенкой корпуса прибора: все равно найдется такой магнит, который будет способен ввести в насыщения трансформатор. Для защиты от указанного вида воровства следует применять специальные электронные схемы, экраны, либо датчики тока другого вида.

Литература:

1. Афанасьев, В. В., Адоньев Н. М., Кибель В. М. и др. Трансформаторы тока (2-е издание); Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1989.
2. Аморфные металлические материалы. Силовая электроника, № 2, 2009. [Электронный ресурс]. http://www.power-e.ru/2009_2_86.php (дата обращения 15.04.2017 г.)
3. Установка поверочная универсальная «УППУ-МЭ». Паспорт, МС2.702.500. ПС, 2014.

Программное обеспечение для автоматизации информационных процессов организационного управления на строительном-монтажном предприятии

Рагулин Петр Григорьевич, кандидат технических наук, профессор;
Игнатенко Михаил Александрович, студент
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В данной статье рассказывается о программном обеспечении для автоматизации информационных процессов организационного управления на строительном-монтажном предприятии. Для принятия действенных управленческих решений в критериях динамичного развития рыночной экономики предприятию требуется подходящая система информационного обеспечения, объективно отражающая образовавшуюся экономическую обстановку. Целью данной работы считается внедрение эффективной электронной программы для управления бизнес-процессами и её внедрение на реально существующем предприятии с использованием современных компьютерных средств. Задача исследования — разработка основных критериев выбора действенной автоматизированной системы управления процессами. Выбранная тема считается актуальной на сегодня, так как автоматизированные информационные технологии управления бизнес-процессами — это залог успеха любой организации в управленческой деятельности. Большая помощь по ведению документов, контролю по исполнению приказов, также организацией коммуникационных процессов исполняется с помощью современного программного обеспечения.

Ключевые слова: предприятие, программа, строительный-монтажный, информация, управление, автоматизация, документ, прикладной

По содержанию и очередности преобразования информации распознают последующие технологические операции: сбор и регистрация информации, ее передача, приём, запись на машинные носители, арифметическая и логическая обработка, получение результатной информации, выпуск выходных документов, предоставление их пользователям.

Особое значение при этом придаётся достоверности, полноте и своевременности первичной информации. На предприятии сбор и регистрация информации происходят при выполнении различных хозяйственных операций.

Программное обеспечение, архитектура машины образуют комплекс взаимосвязанных и различных многофункциональных средств, характеризующих способность решения какого-нибудь класса задач. Важными классами программного обеспечения (ПО) считаются системное и специальное (прикладное), представленное пакетами прикладных программ. Прикладное программное обеспечение создано для решения многофункциональных задач и работы пользователей. Системное программное обеспечение организует процесс обработки информации на компьютере. Основную его часть составляет операционная система (ОС). [12]

Программы экономического предназначения обширно употребляются в автоматизации учёта в организациях. Сейчас фактически все рутинные операции производятся автоматически. Возникает вероятность не только лишь учесть, отслеживать в режиме настоящего времени, но и прогнозировать ход производственных и управленческих процессов предприятия (организации). [6; 8]

Присутствует вероятность комплексной автоматизации управления производственной, финансовой, хозяй-

ственной работой компании. При этом подходе с общей базой данных работают отделы менеджеров, бухгалтерии, сотрудники складов и другие. Рассмотрим многофункциональные возможности современных программных средств, обеспечивающих автоматизацию наиболее принципиальных комплексов работ. В данной работе представлена информация о программных средствах информационных систем управления строительном-монтажного предприятия. [6; 8]

Более принципиальной и актуальной задачей при разработке информационных технологий для автоматизации процессов управления организацией, предприятием считается выбор соответственных программных продуктов. Сложность состоит в том, что очень широкий спектр решаемых задач, и большая часть из них сочетают внутри себя сразу разные аспекты — информационно-поисковые, вычислительные, логические.

Как известно, прикладной именуется программу для решения определённого класса и имеющих практическое значение задач. С развитием ЭВМ были выделены наборы взаимосвязанных задач, которые нужно улаживать в интересах определённых групп пользователей. Потому нужно было соединить прикладные программы связанных задач в комплекс программ, централизованно его создать и потом поставлять определённым пользователям и заинтересованным организациям.

Исследования показывают, что довольно велико количество программных продуктов, применяющихся для решения разных управленческих задач. Тут ограничимся рассмотрением соответствующих, в своём классе программных продуктов, которые могут быть обширно применены при управлении организацией, предприятием, фирмой.

Программные средства, используемые в качестве инструментария при решении задач управления, можно разделить на следующие классы:

- пакеты общего назначения (табличные процессоры или электронные таблицы);
- пакеты для многоаспектного финансово-экономического анализа;
- пакеты программ статистического и математического анализа;
- информационно-поисковые системы;
- системы искусственного интеллекта (ИИ).

Необходимо отметить, что предлагаемое деление достаточно условно, так как одни программные средства могут сочетать в себе возможности нескольких выделенных классов, а другие могут быть ориентированы на решение специализированных задач.

Планово-экономический отдел любого строительно-монтажного предприятия отвечает за анализ финансового состояния компании и перемещение денег в обороте. Плановый отдел составляет планы перспективных, годовых и оперативных планов подрядных и субподрядных работ, доводит плановые задания до исполнителей, организует учёт их исполнения и оформляет отчёт по работе; проводит финансовый анализ производственно-хозяйственной работы и разрабатывает предложения по исполнению повышения эффективности работы строительной организации. [1; 2]

Верное планирование поставок материалов и техники содействует экономии оборотных средств на строительно-монтажном предприятии. К сожалению, на практике план снабжения практически никогда не согласуется с проектом поступления средств от клиентов, планом платежей подрядчикам и тем более с намерением платежей налогов, не взирая, что единственный не пришедший платёж от заказчика имеет возможность полностью изменить картину планирования.

Приходится постоянно заносить изменения в планы, заново их сводить и координировать со всеми службами. Беря во внимание, что любой проект — это непростая система связанных расчётов, требующих многодневных трудозатрат, планирование работы из инструмента управления производственным процессом традиционно преобразуется в формальную, никому не нужную работу.

В результате финансовые службы претерпевают нехватку денег на расчётных счетах либо их излишек. Материалы и оборудование закупаются заблаговременно, пока есть свободные средства, но не к тому моменту, когда они реально необходимы. А растущая конкуренция посреди строительных фирм уже не позволяет вести полноценную борьбу за рынок. [1; 2]

Логичным решением обозначенных выше проблем может стать разработка и внедрение автоматизированной системы управления планово-экономической деятельности на строительно-монтажном предприятии.

Большой популярностью пользуется программный продукт «1С: Предприятие» на платформе v. 7.7, такой

как конфигурация «1С: Подрядчик строительства 2.3», разработанная фирмой «ИМПУЛЬС-ИВЦ». Эта конфигурация создана для автоматизации работы компаний и организаций, исполняющих функции подрядчиков строительных работ. [16] Конфигурация позволяет автоматизировать главные участки управления строительством:

- проектирование и учёт капитальных вложений;
- учёт источников финансирования и взаиморасчётов;
- комплектация материалами и оборудованием, бухгалтерский учёт работы фирмы;
- учёт исполнения строительных работ в разрезе объектов строительства;
- статьи затрат на строительство, технологической структуры затрат подрядчиков;
- формирование справки о стоимости выполненных работ по форме N КС-3.

В результате использования функционала «1С: Подрядчик строительства 2.3» возможно вести учёт:

- расчётов с заказчиками, поставщиками, проектными организациями в разрезе объектов;
- материалов в разрезе материально-ответственных лиц, отклонений по приобретению;
- работы автотранспорта, начиная от выписки первичных документов до аналитических отчётов по работе техники;
- основных средств, в разрезе мест хранения, балансовый учёт малоценных основных средств;
- внутрихозяйственных расчётов организации со своими структурными подразделениями (филиалами);
- операций по передаче заказчикам законченных объектов с оформлением соответствующих актов N N КС-11 и КС-14;
- поступления и использования денежных средств, а также средств целевого финансирования;
- оборудования, требующего монтажа, и строительных материалов в разрезе объектов строительства;
- заготовительно-складских расходов по материалам и т. д.;
- денежных документов;
- вексельных операций.

Субъектами строительной работы считаются инвесторы, заказчики, подрядчики, пользователи объектов строительства и прочие, юридические либо физические лица. Отношения между субъектами строительной деятельности исполняются на базе договоров, заключаемых меж ними согласно с Гражданским кодексом РФ.

Любой договор по действующему законодательству содержится по свободному усмотрению сторон, что даёт возможность любой из сторон избрать для любого определённого случая более приемлемые условия и меры стимулирования к соответствующему исполнению принятых стороной обязательств и меры ответственности за нарушение договорных обязательств.

По договору строительного подряда подрядчик (исполнитель работ) обязуется в установленный договором срок выстроить по заданию заказчика определённый объект

или сделать отдельные строительно-монтажные либо пусконаладочные работы, а заказчик обязуется создать подрядчику нужные условия для исполнения работ, принять их результат и оплатить обусловленную стоимость. В отдельных вариантах, предусмотренных договором, подрядчик может брать на себя обязательство по эксплуатации объекта после его принятия заказчиком в течение указанного в договоре срока. [10; 11]

Повышение качества договорных отношений строительного-монтажного предприятия возможно за счёт процесса ведения работы в программе «1С: Смета», реализованной на платформе «1С: Предприятие 8.0». фирмой-разработчиком «ИМПУЛЬС-ИВЦ». В результате полностью исключаются затраты времени на формирование и отслеживание договоров за счёт задания параметров взаиморасчётов, кредитования, состава и сроков представления технической документации; возможна корректировка договорной цены. Сокращение затрат времени на обмен с документами и информацией достигается за счёт обмена данными со сметными программами «1С: Смета». [15]

При использовании программы «1С: Смета» значительно сокращаются сроки подготовки сметной и учётной документации, расчёта объёмов работ и ввода данных о выполненных работах. Издержки времени на составление актов выполненных работ и экспертизу сметной документации уменьшаются, и специалисты производственно-технического отдела практически сразу получают полную информацию об объёмах и стоимости произведённых работ в разрезе строек, договоров, контрагентов, исполнителей за любой период времени, также по состоянию на текущую дату. [15]

Также на платформе «1С: Предприятие 8.0» была разработана конфигурация «1С: Подрядчик строительства

3.0. Управление строительным производством», которая предназначена для автоматизации производственного планирования (составления календарных планов), ведения производственного учёта и анализа хода выполнения строительно-монтажных работ.

Трудно отыскать прогрессивное предприятие, не автоматизировавшее бухгалтерский учёт. Хотя, вложив средства в автоматизацию бухгалтерского учёта, топ-менеджеры не получили финансовой эффективности, лишь только быстрое и качественное составление отчётности. Позднее появилось стремление накопленные данные бухгалтерского учёта применять и рассматривать также для целей управления предприятием. Некие руководители даже автоматизировали получение той небольшой части управленческой отчётности, которую можно было получить из бухгалтерских систем. Однако руководителю необходимо сравнивать фактические данные с плановыми, нужно иметь возможность составлять сложные многоступенчатые планы, проигрывать сценарии. В итоге фактических данных, введённых в целях работы с бухгалтерским учётом, недостаточно. Возникает необходимость в решении этих задач, в их методологической проработке и автоматизации. [3; 5]

Для решения таких задач фирма «ИМПУЛЬС-ИВЦ» разработала программу «1С: Подрядчик строительства 2.3». Программа предназначена для автоматизации бухгалтерского и налогового учёта, частично финансового планирования и анализа в подрядных строительных организациях. [16]

Решение позволяет организовать комплексную информационную систему, соответствующую корпоративным, российским и международным стандартам и обеспечивающую управленческую и финансово-хозяйственную деятельность строительного-монтажного предприятия. (рис. 1)



Рис. 1. Комплексная информационная система

Программное обеспечение создаёт общее информационное пространство для отображения управленческой и финансово-хозяйственной деятельности строительного предприятия, охватывая главные бизнес-процессы. Вместе с этим чётко разграничивается доступ к хранящимся сведениям, также возможности каких-нибудь действий в зависимости от статуса сотрудников. На предприятиях холдинговой структуры единая информа-

ционная база может охватывать все организации, входящие в холдинг. Это существенно снижает трудоёмкость ведения учёта за счёт повторного использования разными организациями общих массивов информации. Необходимость повторного ввода информации исключена. Средством регистрации хозяйственной операции является документ, причём для ускорения работы широко используются механизмы подстановки данных «по

умолчанию», ввод новых документов на основании ранее введённых.

Таким образом, программное обеспечение 1С: Предприятие позволяет хранить и анализировать огромное ко-

личество информации, находить различные взаимосвязи и взаимодействия и может быть успешно адаптирована под потребности конкретного строительного-монтажного предприятия. (Рис. 2) [17]

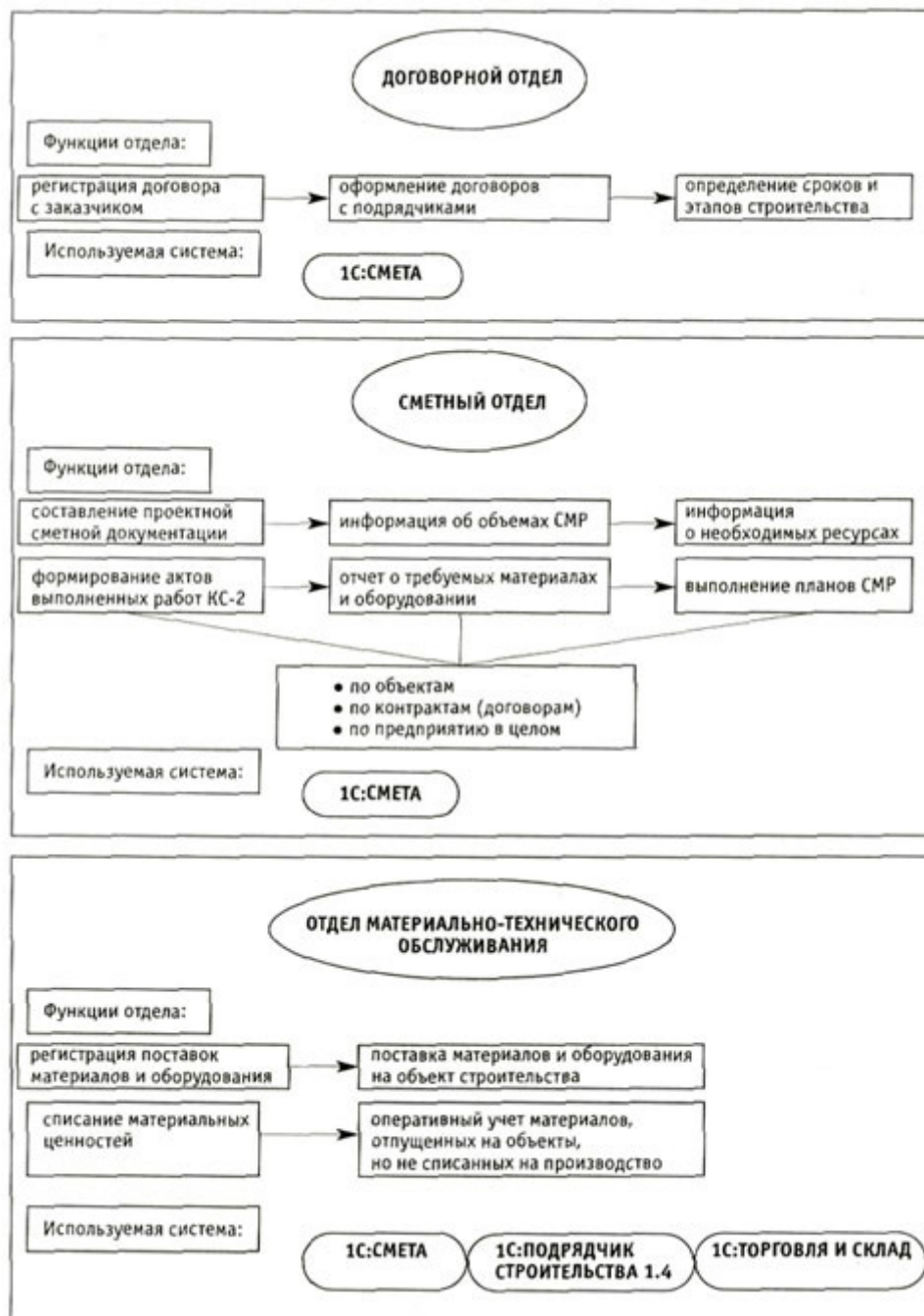


Рис. 2. Пример использования и взаимодействия программного обеспечения на строительном предприятии

Литература:

1. Абрютин, М. С. Анализ финансово-экономической деятельности предприятия / М. С. Абрютин, А. В. Грачев. — М.: Дело и сервис; Издание 3-е, перераб. и доп., 2012
2. Бердникова, Т. Б. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия / Т. Б. Бердникова. — М.: ИНФРА-М, 2014.
3. Бургонова, Г. Н. Бухгалтерский учет на предприятиях различных организационно-правовых форм / Г. Н. Бургонова. — М.: СПб.; Издание 2-е, перераб. и доп., 2014.

4. А. А. Воронов В. К. Титов Б. Н. Новоградов. Основы теории автоматического регулирования и управления. — М.: «Высшая школа», 1977.
5. Жеребенкова, А. В. Документооборот на предприятии / А. В. Жеребенкова. — М.: Вершина; Издание 2-е, перераб. и доп., 2017.
6. Засорин, С. В. 1С: Предприятие 8.2. Управленческий и финансовый учёт для малых предприятий / С. В. Засорин, В. К. Злобин, В. Г. Кузнецов. — М.: БХВ-Петербург, 2013.
7. Ощенко, И. Азбука программирования в 1С: Предприятие 7.7. — М.: БХВ-Петербург, 2016
8. Ришар, Ж. Аудит и анализ хозяйственной деятельности предприятия / Ж. Ришар. — М.: Аудит, Юнити, 2012
9. Седегов, Р. С. Оптимизация информационно-экономической системы предприятия / Р. С. Седегов Н. М. Орлова, Ю. И. Сидоров. — М.: Экономика, 2014
10. Н. В. Селищев А. В. Маркеева 1С: Бухгалтерия 7.7 для строительных компаний. Бухгалтерский и налоговый учёт у инвестора, заказчика и подрядчика / Триумф, 2008.
11. 1С: Бухгалтерия предприятия 8.2. Практическое пособие. — М.: КноРус, 2012.
12. Попов, Э. В. Экспертные системы: решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. М.: Наука, 1987
13. Усманова, Н. Р. Документооборот предприятия / Н. Р. Усманова. — М.: Приор, 2015.
14. Электронный ресурс. 1С Подрядчик строительства. Управление строительным производством. Дата обращения 12.06.2017. <http://solutions.1c.ru/catalog/stroy/features>
15. Электронный ресурс. 1С: Предприятие 8. Смета. Дата обращения 12.06.2017. <http://solutions.1c.ru/catalog/smets>
16. Электронный ресурс. 1С: Подрядчик строительства 2.3 Дата обращения 12.06.2017. <http://www.amilen.ru/node/5>
17. И. Маслова. Программное обеспечение строительных компаний. Журнал «Аудит и налогообложение» № 5, май 2006

Достоинства хонингования при капитальном ремонте двигателя внутреннего сгорания

Семенченко Иван Юрьевич, магистрант
Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону)

Медведева Мария Сергеевна, студент
Волгодонский инженерно-технический институт, филиал НИЯУ МИФИ (Ростовская обл.)

Сущность процесса хонингования

В настоящее время в серийном и массовом производстве при изготовлении ответственных деталей предъявляются высокие требования к точности и шероховатости поверхности: некруглость менее 1 мкм, волнистость менее 0,2 мкм, нецилиндричность и непрямолинейность образующей менее 2–5 мкм, параметр шероховатости $R_a = 0,02–0,8$ мкм, отсутствие дефектного слоя металла (структурно-фазовых изменений, напряжений растяжения, микротрещин), определенные значения параметров формы микронеровностей и опорной поверхности. [1]

Обеспечение этих требований достигается с помощью таких процессов абразивной обработки, как хонингование брусками из традиционных и сверхтвердых абразивных материалов. Этот процесс относят к процессу доводки; хонингование производится при одновременно выполняемых вращательном и возвратно-поступательном движениях инструмента (головки с брусками). В отличие от шлифования, при котором контактная поверхность составляет

незначительную часть рабочей поверхности круга, при хонинговании брусок постоянно соприкасается с деталью по всей рабочей поверхности, причем в начальный момент времени брусок прирабатывается к обрабатываемой поверхности. Такой контакт пары брусок — заготовка способствует повышению производительности обработки и точности формы деталей. Давление при хонинговании на поверхности контакта бруска с деталью составляет 0,1–1 МПа, что в 10–100 раз меньше, чем давление при шлифовании. Скорость резания при обработке брусками 10–100 м/мин, т. е. в 15–100 раз ниже, чем при шлифовании. В результате при хонинговании тепловыделение в зоне обработки значительно ниже, чем при шлифовании, а контактная температура не превышает 150–200 °С. [2] Таким образом, отсутствуют физические причины образования в поверхностном слое микротрещин и прижогов, а также остаточных напряжений растяжения. На рисунке 1 приведена схема рабочего движения. Подача (разжим) брусков в радиальном направлении при хонинговании производится либо непрерывно, под воздействием посто-

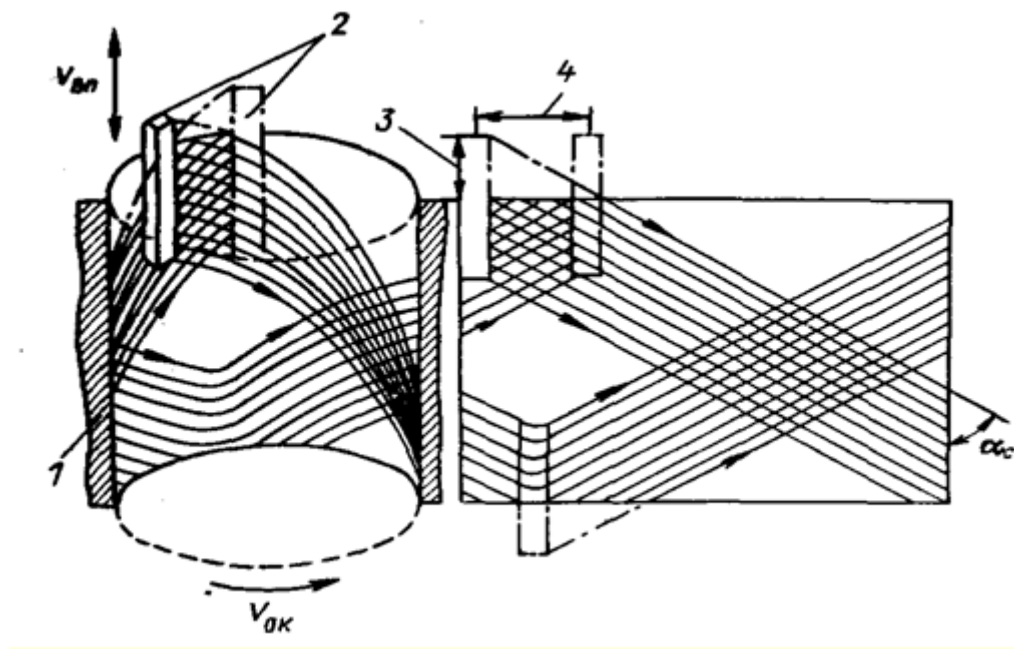


Рис. 1. Схема движений бруска и детали при хонинговании: 1 — деталь; 2 — брусок; 3 — перебег; 4 — перекрытие ($V_{ок}$ — окружная скорость, $V_{вп}$ — скорость возвратно-поступательного движения, α_c — угол сетки)

янного усилия, либо периодически, на каждый двойной ход хонинговальной головки.

При контакте рабочей поверхности бруска с обрабатываемой поверхностью заготовки происходит царапание металла одновременно большим числом абразивных частиц. Размер таких частиц при хонинговании составляет 20–100 мкм, среднее число частиц на поверхности бруска 20–400 зерен на 1 мм². Основными видами взаимодействия абразивных зерен с металлом являются микрорезание со снятием тончайших стружек и трение с пластическим оттеснением металла. Для интенсивного резания необходимо, чтобы абразивный брусок самозатачивался путем скалывания и вырывания затупившихся зерен из связки. При использовании брусков из сверхтвердых абразивных материалов (алмаза, эльбора) зерна длительное время сохраняют свою остроту, преобладает микроскалывание зерен, а не вырывание их, что значительно повышает стойкость брусков.

Путем выбора оптимальных характеристик брусков и регулирования параметров обработки (скорости, давления) можно управлять процессом обработки, осуществляя на первой стадии непрерывающееся резание металла в течение достаточно длительного времени, необходимого для исправления погрешностей формы заготовки, удаления исходной шероховатости и дефектного слоя. Скорость съема металла при этом составляет 2–4 мкм/с. Для получения поверхности с малой шероховатостью ($Ra = 0,1–0,3$ мкм при хонинговании), а также для создания благоприятного микрорельефа поверхности деталей и упрочненного поверхностного слоя металла процесс обработки на заключительной стадии может быть переведен в режим преобладающего граничного трения, при

котором съем металла резко сокращается, а брусок выглаживает обрабатываемую поверхность. Такой переход можно осуществить, изменяя параметры обработки: повышая окружную скорость заготовки или инструмента, снижая давление бруска и частоту колебаний бруска. [3]

Процесс хонингования двигателя внутреннего сгорания

Обычно процесс хонингования двигателя происходит в два этапа. Первый этап — это черновая обработка цилиндров, для которой применяют крупный абразив. Второй этап — это окончательная или финишная обработка. Тут уже в дело вступает мелкозернистый абразив, который дает большую точность обработки. В качестве абразивов для хонингования цилиндров используют алмазные и керамические брусочки. Последние уступили место алмазным абразивам по ряду причин: это долговечность и меньшая итоговая цена алмазного хонингования. На рисунке 2 показаны цилиндры двигателя внутреннего сгорания после операции хонингования:

Достоинства хонингования

При капитальном ремонте происходит расточка цилиндров до ремонтного размера. Но чтобы сохранить правильную форму цилиндров двигателя и достичь оптимальной шероховатости применяют хонингование. Хонингование цилиндров двигателя — это финишный этап в обработке и капитальном ремонте мотора. По сравнению с традиционными доводочными операциями, такими как полирование или притирка требуемой поверхности, хо-



Рис. 2. Цилиндры двигателя внутреннего сгорания после операции хонингования

нингование обладает большей точностью и большей эффективностью. Плосковершинное хонингование имеет ряд преимуществ. Его основная задача — эта тщательная обработка цилиндров двигателя для последующей работы. В результате хонингования цилиндры и поршневые кольца быстрее прирабатываются, а значит будет меньший износ деталей и повысится эффективность работы. За счет быстрой приработки деталей повышается компрессия в цилиндрах и увеличивается срок службы двигателя до сле-

дующего капитального ремонта. Также, значительно уменьшается расход моторного масла и сокращается прорыв газов в картер. Еще одна особенность хонингования двигателя — это образование на цилиндрах некоей сетки, которую можно заметить лишь при тщательном осмотре. Она нужна для того, чтобы удерживать масло на стенках цилиндров мотора, в результате чего повышается обильная смазка трущихся деталей двигателя внутреннего сгорания.

Литература:

1. З. И. Кремень, И. Х. Страшевский «Хонингование и суперфиниширование деталей» Ленинград, «Машиностроение» 1988 г.
2. Бабичев, А. П. «Хонингование» М. «Машиностроение» 1965 г.
3. Прогрессивные методы хонингования М. «Машиностроение» 1981 г.

Анализ системы мониторинга NetXMS

Серенко Иван Сергеевич, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

Перед любым системным администратором всегда стоит вопрос контроля инфраструктуры сети. С этой задачей позволяет справиться использования средств мониторинга, а именно систем мониторинга, которые позволяют наблюдать за различными типами устройств таких как серверы, сетевые устройства, виртуальные машины, персональные компьютеры, принтеры и т. д., а также визуализировать полученную информацию с помощью графиков, комплексных экранов, карт сетей. Одной из функций системы мониторинга является сбор данных нагрузки и производительности оборудования с помощью стандартных протоколов ICMP, SNMP и с использованием собственных агентов, которые поддерживаются большинством операционных систем. Внедрение системы мониторинга позволяет обеспечить бесперебойную работу сервисов, быстро определять проблемный участок инфраструктуры при по-

явлении проблемы, а также станет возможным прогнозирование и разрешение различных типов проблем.

При внедрении системы мониторинга возникает большое количество проблем таких как, неполнота представления существующей физической и логической топологии сети, а также количества конечных устройств и списка используемых сервисов, которое со временем может изменяться.

Таким образом, целью данной работы было исследование «open-source» кроссплатформенной системы управления и мониторинга сети NetXMS.

Описание системы NetXMS

NetXMS — это система мониторинга с открытым исходным кодом. Он может использоваться для мониторинга всей ИТ-инфраструктуры, начиная с оборудования, совместимого с SNMP (например, коммутаторов и маршру-

тизаторов) и заканчивая приложениями на серверах. Предоставляются следующие возможности NetXMS:

- Единая унифицированная платформа для управления и мониторинга всей ИТ-инфраструктуры — от сетевых коммутаторов и маршрутизаторов до приложений
- Автоматическое обнаружение сети для уровня 2 и 3 модели OSI
- Сбор данных либо через SNMP, либо через собственного агента NetXMS
- Гибкая система пороговых значений для собранных данных
- Настраиваемые действия для событий, в том числе: один или несколько аварийных сигналов для администратора, выполнение команды на сервере управления или на удаленном хосте через агента NetXMS, SMS и оповещения по электронной почте, перенаправление событий (на другой сервер NetXMS или внешнюю систему)
- Корреляции событий для уменьшения количества предупреждений и увеличения скорости разрешения проблем
- Конфигурация сбора данных на основе шаблонов для упрощенного управления большими сетями
- Шаблонные наборы действий (например, завершение или перезапуск конкретного процесса для любого ПК на базе Windows или Linux, перезагрузка для любого типа устройства и т. д.)
- Дерево зависимостей службы для сопоставления элементов инфраструктуры со службами

- Поддержка SNMP версий 1, 2с, 3
- Встроенный скриптовый движок для расширенной автоматизации и управления
- Собственные C и Java API для быстрой разработки пользовательских клиентских приложений
- Модульная структура сервера и агента (сервер или агент могут быть расширены дополнительными модулями — сторонними или собственными)

Пользовательский интерфейс NetXMS предоставляет следующие возможности:

- Удобная консоль управления Windows и Unix GUI
- Графические сетевые карты (как автоматические, так и ручные)
- Конфигурируемые информационные панели по группам пользователей (например, оператор, администратор, менеджер и т. д.)

Агент NetXMS имеет следующие возможности:

- Централизованная настройка и обновление
- Низкое использование системных ресурсов
- Режим прокси для других агентов NetXMS и устройств SNMP

Система NetXMS имеет трёхуровневую архитектуру: информация собирается агентами мониторинга (NetXMS агентами или агентами SNMP) и доставляется на сервер мониторинга для обработки и хранения. Сетевой администратор может получить доступ к собранным данным с помощью кроссплатформенной консоли управления, веб-интерфейса или консоли управления для Android. [1]

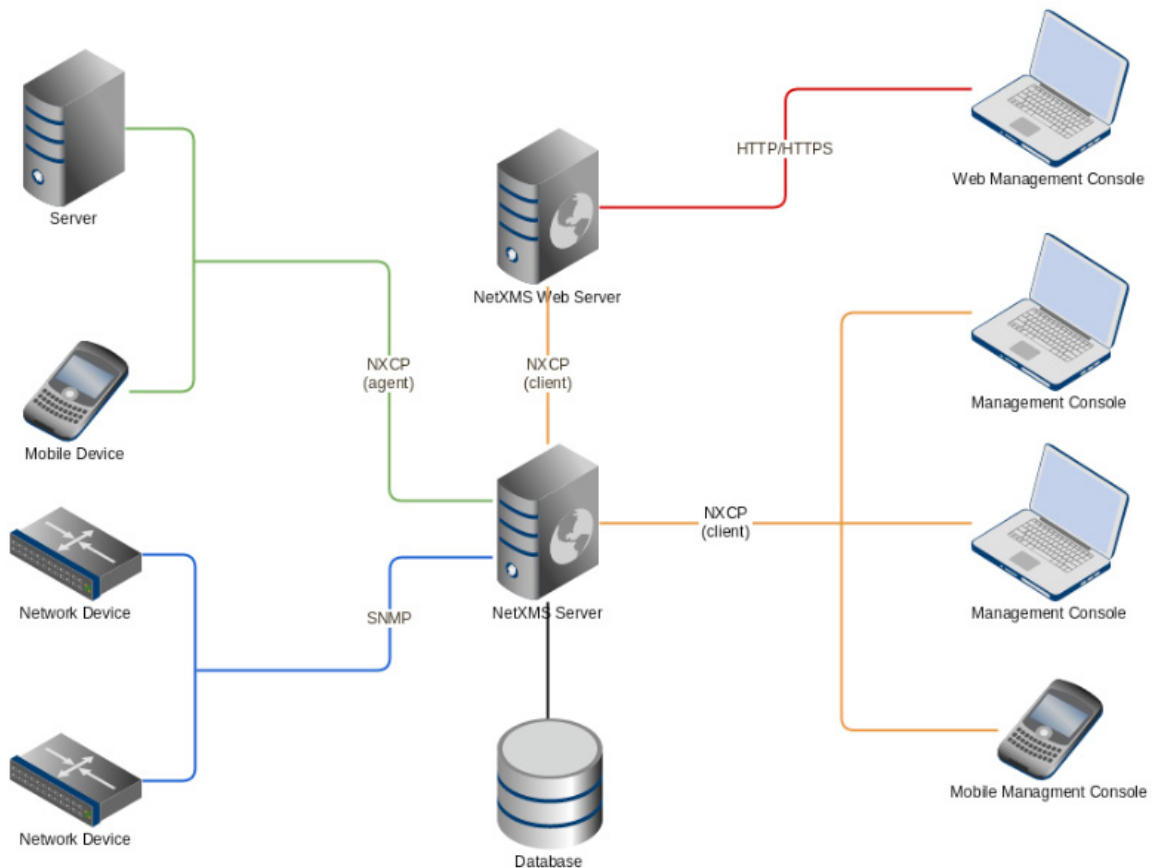


Рис. 1. Архитектура NetXMS

Установка NetXMS

В качестве операционной системы для установки системы мониторинга был выбран Linux Debian 8.7. Установка NetXMS производится из собственного хранилища пакетов NetXMS расположенного по адресу <http://packages.netxms.org/>. Для того чтобы его использовать необходимо установить дополнительный ключ шифрования для проверки подписи и добавить источник в apt репозитории Linux Debian, который находится в файле `/etc/apt/sources.list`. Это можно сделать 2-мя способами вручную или через netxms-пакета.

1) С помощью netxms-пакета.

С помощью утилиты `wget` выполним скачивание пакета и установим его с помощью `dpkg`, далее обновим список доступных для установки пакетов:

```
# wget http://packages.netxms.org/netxms-release_1.1_all.deb
# dpkg -i netxms-release_1.1_all.deb
```

```
# apt-get update
```

2) Вручную

В файле `sources.list` добавляем источник пакетов:

```
deb http://packages.netxms.org/debian/ jessie main
```

Скачиваем и устанавливаем дополнительный ключ шифрования и выполняем обновление доступных пакетов:

```
# wget -q -O - http://packages.netxms.org/netxms.gpg | sudo apt-key add -
# apt-get update
```

Выполним установку NetXMS-сервера, а также драйверы для работы с базой MySQL:

```
# apt-get install netxms-server
```

```
# apt-get install netxms-dbdm-mysql
```

Установим NetXMS-агент:

```
# apt-get install netxms-agent
```

Для выполнения функций администрирования данного сервера требуется установить консоль управления с клиентской стороны. Для этого необходимо скачать с <https://www.netxms.org/download/>, выбрав при этом в разделе Management Console Binaries нужную операционную систему.

Также, для выполнения данных функций можно установить веб-сервер на сервере мониторинга. Для это необходимо предварительно установить Apache Tomcat. Выполним установку при помощи нижеперечисленных команд:

```
# apt-get install tomcat7
```

Далее загрузим веб-интерфейс NetXMS по адресу <https://www.netxms.org/download/webui/nxmc-2.1-RC1.war> и скопируем в папку `/var/lib/tomcat7/webapps`. В итоге веб-интерфейс доступен по адресу: `http://адрес сервера:8080/nxmc/` [1]

Настройка NetXMS

Заходим в консоль управления, при входе потребуется ввести логин и пароль, во вкладке «открыть редактор конфигурации обнаружения элементов сети» указываем пул адресов для обнаружения в автоматическом режиме, выбираем активные и пассивные режимы обнаружения.

Далее переходим во вкладку Настройка Учётные записи SNMP и вводим используемые SNMP Community (в данном случае «public, tcsmietru»).

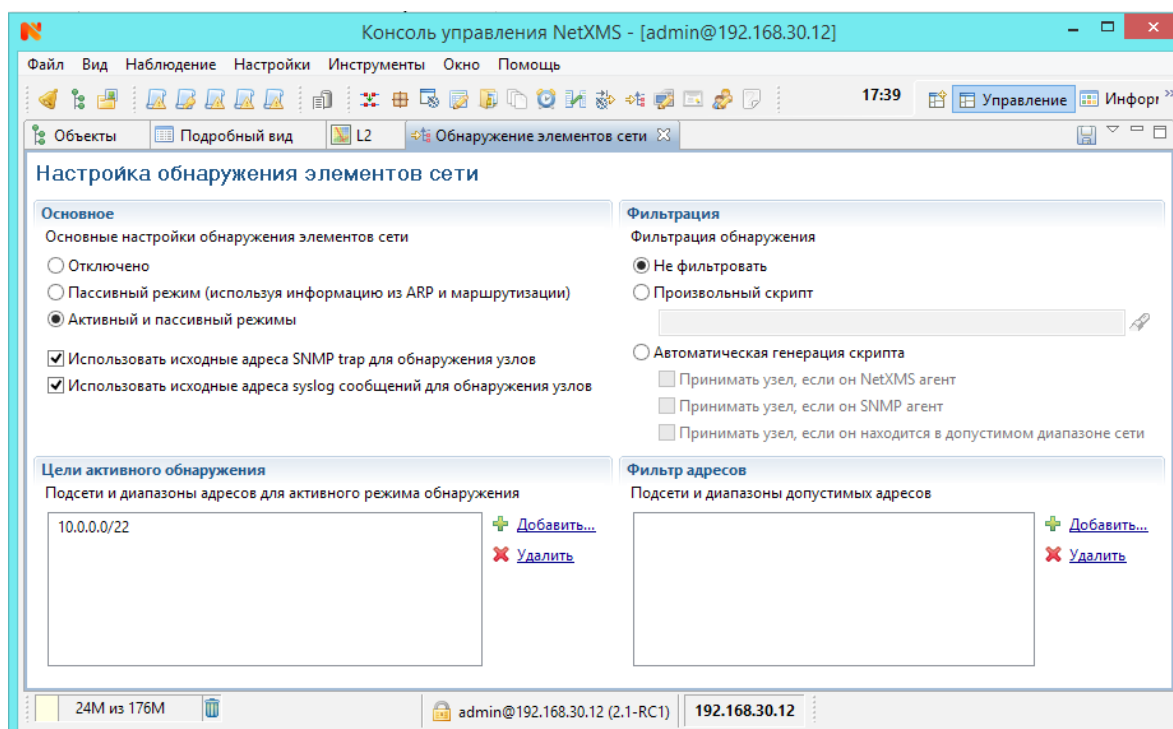


Рис. 2. Настройка автоматического обнаружения в NetXMS

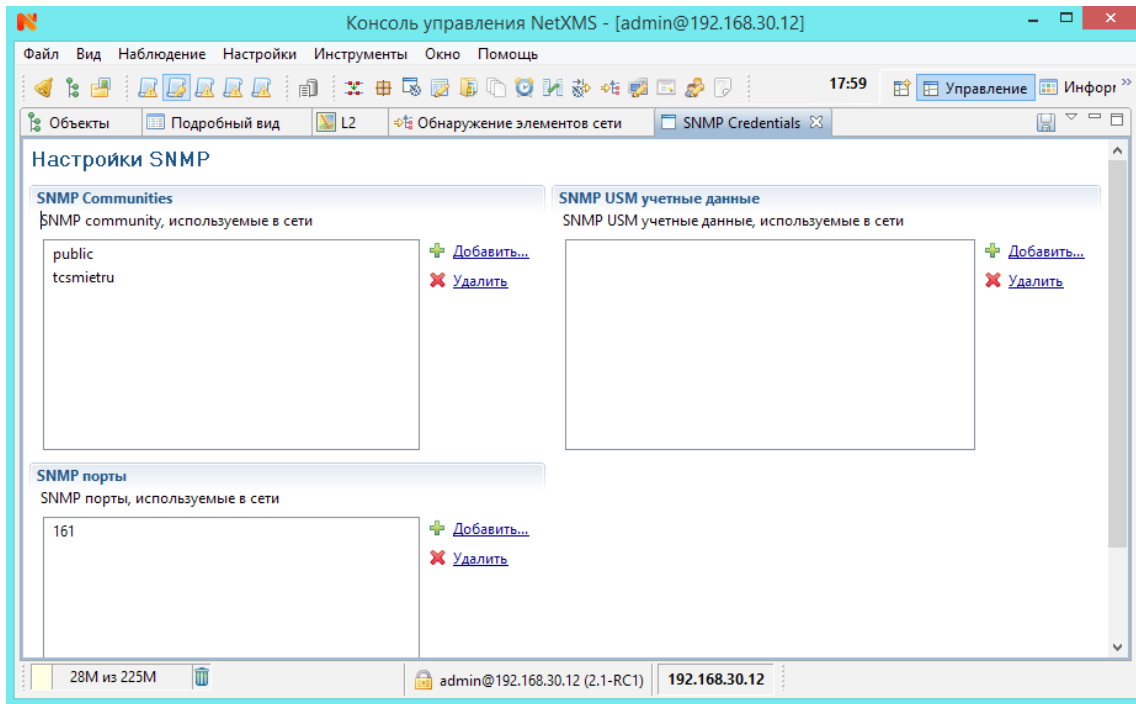


Рис. 3. Настройка SNMP в NetXMS

Описание интерфейса NetXMS

При использовании NetXMS на начальном экране слева появляется список подсетей, найденных во время обнаружения. Данный список подсетей формируется исходя из существующих VLAN. Справа располагается подробный вид для выбранного устройства, он позволяет просмотреть общее описание устройства, какие на данный

момент установлены компоненты, информацию об интерфейсах и подключённых к нему других устройств. Если на выбранном устройстве нажать правой кнопкой мышь, то возможно выбрать и просмотреть различную полезную информацию. К примеру, для коммутаторов 3-го уровня core.tcs.miet.ru это — таблица маршрутизации, соседи IP, физическая топология, список VLAN с графическим

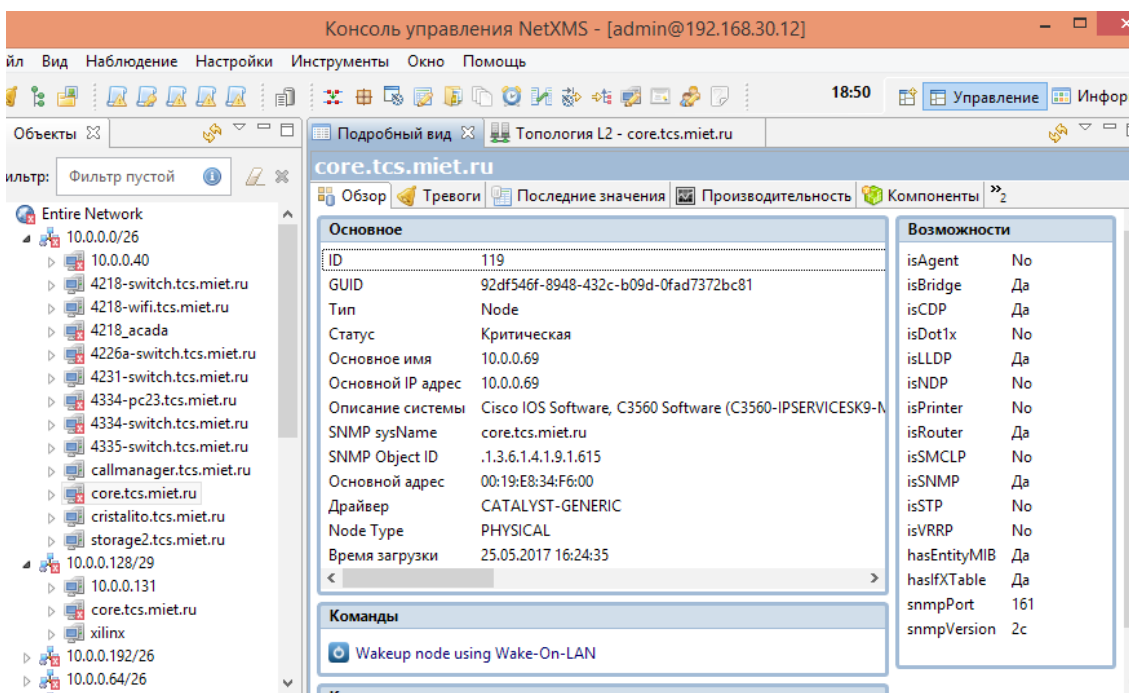


Рис. 4. Начальный экран при входе в консоль NetXMS

отображением какой порт к какому vlan принадлежит, а также таблицу MAC-адресов коммутатора.

Также есть возможность построить существующую логическую и физическую топологию. Имеется несколько

режимов расположения элементов: пружинная, круговая, горизонтальное и вертикальное дерево, пользовательское расположение.

Назначение	Следующий прыжок	Интерфейс
10.200.0.0/16	10.200.0.1	VI200
10.10.10.10/32	10.10.10.10	Lo0
10.0.10.8/29	10.0.10.12	VI14
10.0.3.128/27	10.0.3.130	VI51
10.0.3.0/25	10.0.3.1	VI10
10.0.2.128/26	10.0.2.129	VI8
10.0.2.64/28	10.0.2.70	VI100
10.0.2.32/27	10.0.2.38	VI6
10.0.1.192/27	10.0.1.197	VI904
10.0.1.64/27	10.0.1.69	VI899
10.0.1.0/26	10.0.1.5	VI3
10.0.0.192/26	10.0.0.197	VI5
10.0.0.128/29	10.0.0.129	VI77
10.0.0.64/26	10.0.0.69	VI4
10.0.0.0/26	10.0.0.5	VI2
0.0.0.0/0	10.0.10.11	[0]

Рис. 5. Таблица маршрутизации коммутатора 3-го уровня core. tcs. miet. ru

Код	Имя	Порты
1	default	1/7,1/8,1/11,1/17-1/19,1/21,1/23,1/24,1/27,1/28
2	management_vl	1/7,1/8,1/11,1/17,1/18,1/21,1/24,1/12,1/25
3	servera_vl	1/18,1/2,1/3,1/6,1/10,1/14,1/15,1/26
4	workers_vl	1/18,1/21,1/23,1/24
5	students_vl	1/18,1/24
6	4335	1/18,1/24
7	Guest	
8	4219	1/22
9	DMZ	1/1,1/4,1/13
10	native	1/9,1/20
14	VLAN0014	1/8
23	Int	1/19,1/24,1/5
51	students4231	1/18
77	xilinx	1/18,1/21,1/23,1/24,1/16
100	admin	1/24
200	virtual_servers	1/23
423	7_block	
899	cristalito	1/17
900	Firewall	1/8,1/11
902	R&S_computers	
904	Design_centre	1/7,1/18
1000	Voice	1/7,1/8,1/17,1/21,1/24

Разъем 1	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28

Рис. 6. Принадлежность Vlan к интерфейсам на core. tcs. miet. ru

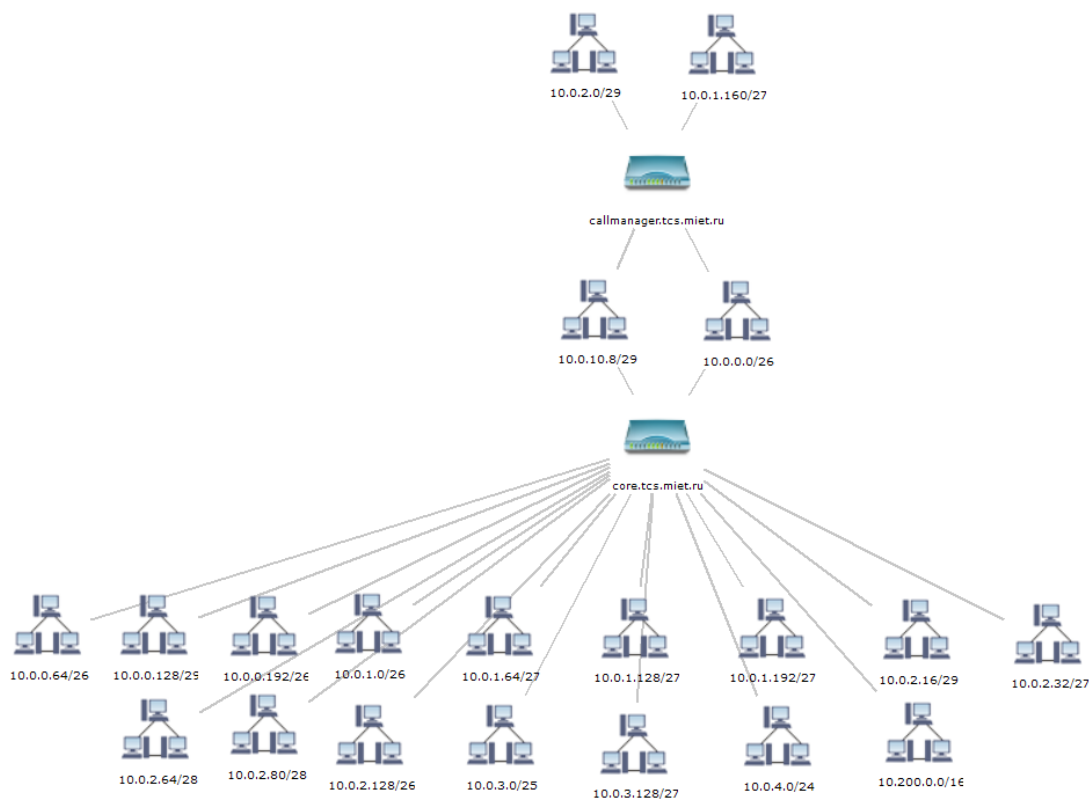


Рис. 7. Распределение адресного пространства сети кафедры ТКС

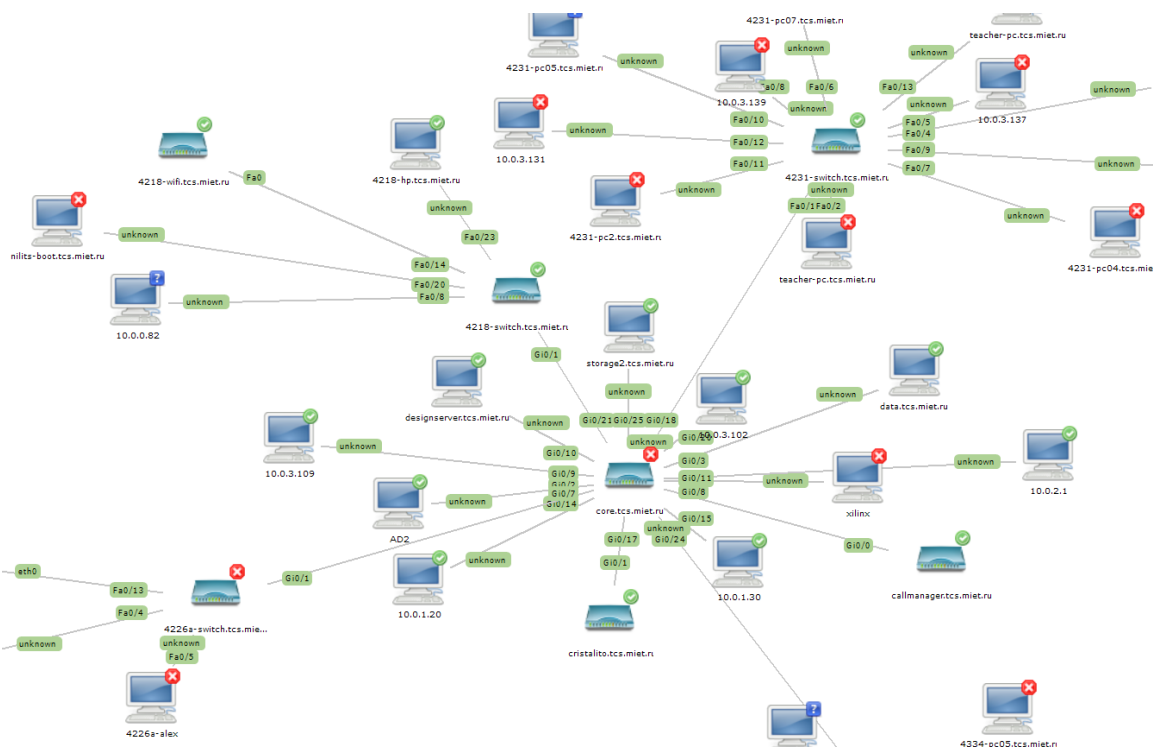


Рис. 8. Фрагмент физической топологии сети кафедры ТКС

Литература:

1. Официальная документация по NetXMS: [Электронный ресурс], 2016. — Режим доступа: https://wiki.netxms.org/wiki/Server_Installation_Guide (дата обращения: 15.06.2017).

Математическое и компьютерное моделирование дискретно-непрерывных гидравлических систем

Томилов Иван Николаевич, кандидат технических наук, доцент;
 Гладков Артём Валерьевич, магистрант;
 Кожегульдинов Мукан Канатович, студент;
 Алексеев Александр Евгеньевич, студент
 Новосибирский государственный технический университет

Ключевые слова: гидравлическая система, гибридная система, компьютерное моделирование, обратная связь

Многие природные и техногенные явления и процессы подчиняются законам гидродинамики. Среди них — движения воздушных и океанических масс; движения плазмы и грунтовых вод в недрах Земли, циркуляция крови в кровеносных сосудах людей и животных и т. д. Увидеть реальную картину протекания жидкости в большинстве случаев дорого или невозможно. Понять природу процессов и существующие закономерности позволяет компьютерное моделирование [1]. Компьютерная модель позволяет провести множество экспериментов с различными начальными условиями и/или параметрами модели.

Целью работы является разработка математического и программного обеспечения для построения и численного анализа простых гидравлических систем переменной структуры. Переменная структура обусловлена наличием в системе медленных (непрерывных) и быстрых (дискретных) процессов. Системы с такими особенностями

принято называть гибридными системами (ГС) [2]. В литературе также используются термины «непрерывно-дискретные системы», «системы с переменной структурой», «событийно-управляемые». Непрерывные режимы, как правило, описываются системами алгебро-дифференциальных уравнений, а дискретные события — логическими предикатами. При обращении предиката в *true* происходит смена непрерывного режима.

Поведение ГС можно представить последовательностью сменяющих друг друга сложных длительных непрерывных и сложных мгновенных дискретных переходов, образующих общую системную траекторию (рисунок 1). Саму ГС можно представить в виде графа смены непрерывных поведений (карта поведения, *statechart*), в котором каждая вершина определяет поведение в текущий момент времени, а каждая дуга — условия смены поведений и выполняемые при этом действия [3].

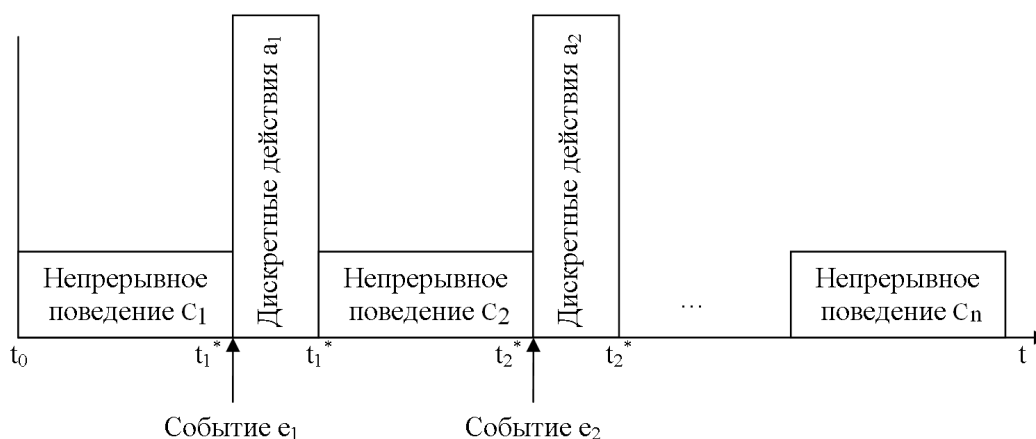


Рис. 1. Геометрическая интерпретация глобального поведения ГС

Проявление объектом исследования и непрерывных и дискретных аспектов поведения может быть обусловлено следующими факторами:

- совместным функционированием непрерывных и дискретных объектов;
- мгновенными изменениями в непрерывном объекте, обусловленными его физическими свойствами;
- изменением состава системы в процессе функционирования.

Построение гибридной модели системы целесообразно, когда в реальной системе присутствуют и дискретные и непрерывные процессы, и все они являются существенными для анализа системы.

Язык описания модели. Для описания модели гидравлической системы разработан специализированный графический язык. Реализацией является графический редактор, реализованный в виде web-приложения (рисунок 2).

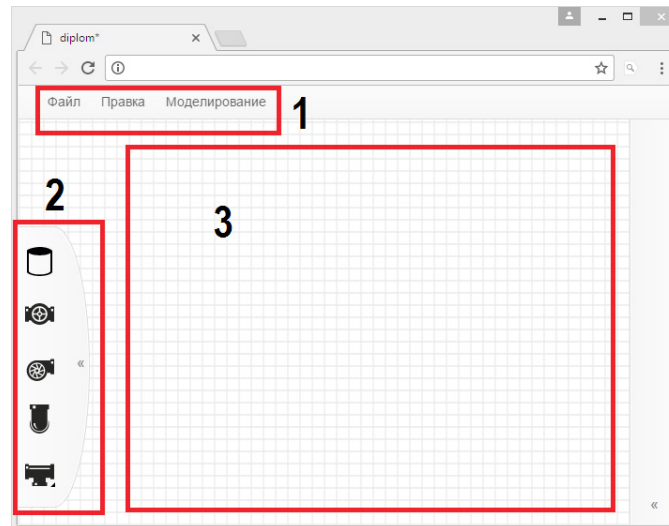


Рис. 2. Редактор гидравлических систем: 1 — главное меню; 2 — графические примитивы; 3 — область построения модели

Композиция модели возможна из следующих примитивов (рисунок 2, область 2, сверху вниз):

- бак (резервуар, способный накапливать жидкость в ограниченных объемах). Атрибуты элемента: высота, площадь основания, начальный уровень жидкости, список входных/выходных коннекторов;
- вентиль (элемент управления потоком жидкости; позволяет выполнять мгновенное перекрытие/открытие трубы). Атрибутом элемента является состояние (закрыт/открыт) (рисунок 3);
- насос (элемент для генерации входного потока/потоков жидкости). Атрибуты элемента: интенсивность потока;

- слив (элемент для утилизации жидкости из системы);
- разветвление (элемент, позволяющий выполнить разделение потока). Возможно деление потока на два (тройник) или три (крест) эквивалентных потока.

Каждый примитив снабжен специальными коннекторами для формирования связи. Количество коннекторов бака можно регулировать с помощью команд контекстного меню (рисунок 4).

Возможно управление параметрами объекта модели (рисунок 5).

Соединение примитивов модели происходит путем совмещения их коннекторов (рисунок 6). Наличие незадействованного коннектора в модели является ошибкой.

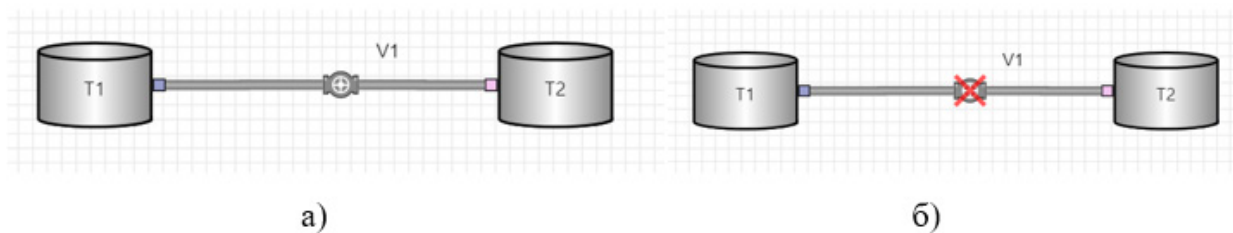


Рис. 3. Состояние вентиля: а) — открыт; б) — закрыт

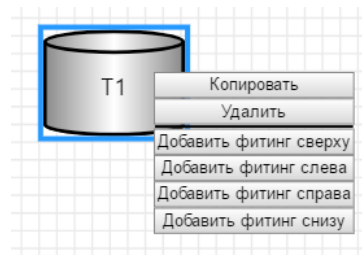


Рис. 4. Команды добавления коннекторов бака

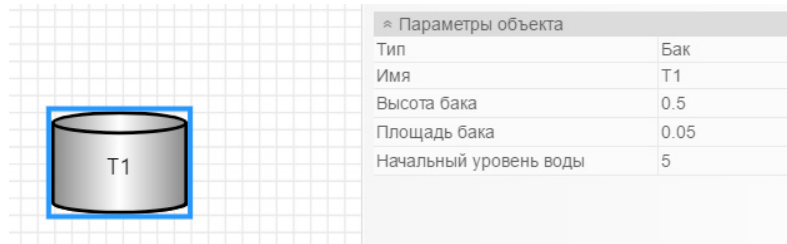


Рис. 5. Управление параметрами объекта

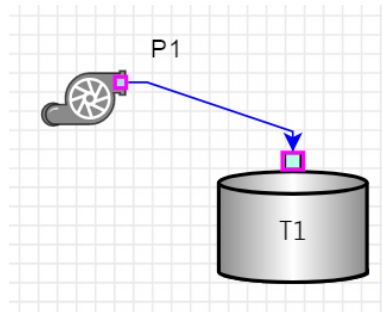


Рис. 6. Композиция модели

Разработанная система реализует следующую функциональность:

- построение модели из набора примитивов;
- проверка корректности модели;
- построение математической модели (получение дифференциальных уравнений динамики жидкости в баках для каждого непрерывного режима);
- проведение компьютерного эксперимента (моделирование динамических процессов в системе с визуализацией результатов).

Моделирование системы двух резервуаров. Для демонстрации работы разработанной системы рассмотрим систему двух резервуаров [4]. Система состоит из двух баков T_1 и T_2 . Баки соединены двумя трубами. Насос P поставляет жидкий поток Q_p в бак T_1 . Четыре переключаемых клапана V_1, V_2, V_3 и V_4 позволяют управлять пото-

ками Q_1, Q_2, Q_3 и Q_4 . Величины потоков определяются в соответствии с законом Торричелли: $Q_1 = A_1 \sqrt{2gh_1}$; $Q_2 = A_2 \sqrt{2g|h_1 - h_2|}$; $Q_3 = A_3 \sqrt{2g|h_1 - 0.5|}$; $Q_4 = A_4 \sqrt{2gh_2}$. Где A_1, A_2, A_3, A_4 — площадь сечения трубок.

Насос P управляется таким образом, чтобы удерживать уровень жидкости h_2 между двумя заданными значениями. Поток Q_p может принимать два значения: $Q_p = 0$ и $Q_p = Q_0$.

Клапаны V_1, V_2, V_3 и V_4 управляются вручную. Рассмотрим случай, когда V_1, V_2, V_3 открыты всегда, а V_4 меняется в соответствии с событиями e_1 и e_2 , которые наступают в моменты времени $t=240$ с и $t=380$ с соответственно. По e_1 клапан V_4 открывается, по e_2 — закрывается.

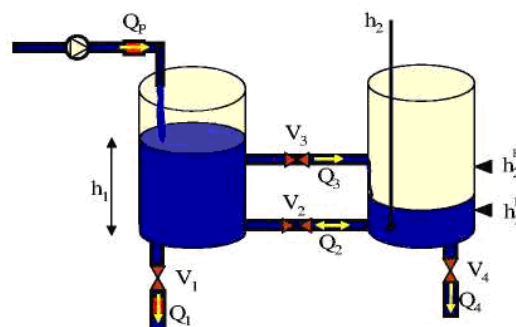


Рис. 7. Система двух баков

Математическая модель

Входные и выходные потоки

$$Q_P = 3$$

$$Q_1 = 0.1 * \sqrt{2 * g * H_T(t)}$$

$$Q_2 = 0.1 * \sqrt{2 * g * H_{T2}(t)}$$

$$Q_3 = 0.1 * \sqrt{2 * g * |(H_T(t) - 1) - (H_{T2}(t) - 1)|}$$

$$Q_4 = 0.1 * \sqrt{2 * g * |(H_T(t) - 2) - (H_{T2}(t) - 2)|}$$

Уровень жидкости в баках

$$H_T(t) = \frac{Q_P}{0.05} + \frac{-Q_1}{0.05} + \frac{\text{sign}((H_T(t) - 1) - (H_{T2}(t) - 1)) * Q_3}{0.05} + \frac{\text{sign}((H_T(t) - 2) - (H_{T2}(t) - 2)) * Q_4}{0.05}$$

$$H_{T2}(t) = \frac{-Q_2}{0.05} + \frac{\text{sign}((H_{T2}(t) - 1) - (H_T(t) - 1)) * Q_3}{0.05} + \frac{\text{sign}((H_{T2}(t) - 2) - (H_T(t) - 2)) * Q_4}{0.05}$$

Рис. 8. Математическая модель

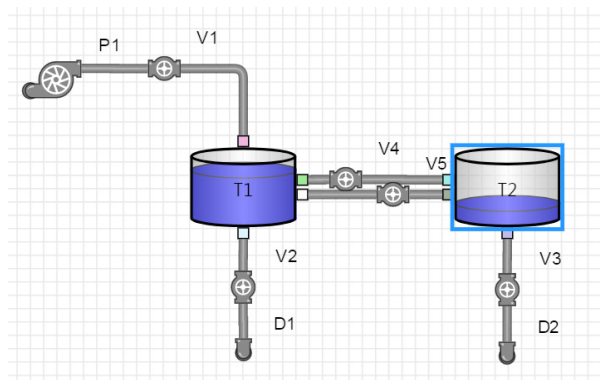


Рис. 9. Численный расчет с анимацией результатов

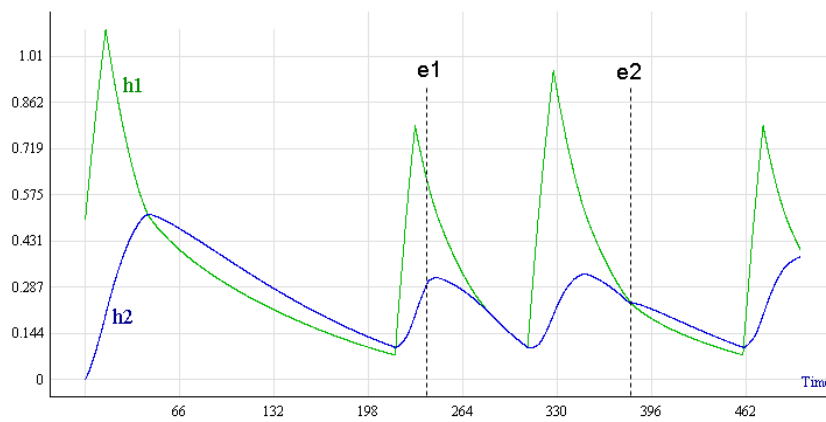


Рис. 10. Временные диаграммы уровней жидкости в баках

При запуске процесса моделирования генерируется математическая модель (рисунок 8) и выполняется численный расчет модели с анимацией результата в реальном времени (рисунок 9).

Также доступен режим интерпретации результатов моделирования в виде временных диаграмм (рисунок 10).

Заключение. Разработана система моделирования

простых гидравлических систем. Для описания модели разработан специализированный графический язык. Системы подобного рода могут быть полезны при обучении или для практического моделирования. Преимуществом является ориентация на конкретную предметную область, что существенно облегчает процесс построения модели предметным специалистом.

Литература:

1. Бенькович, Е.С., Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Практическое моделирование динамических систем. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. — 464 с.
2. Шорников, Ю.В. Инструментально-ориентированный анализ гибридных систем различной природы / Ю.В. Шорников, Д.Н. Достовалов, И.Н. Томилов // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. — 2013. — № 3. — с. 102–110.
3. Колесов, Ю.Б. Моделирование систем. Объектно-ориентированный подход: Учебное пособие / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. — СПб.: БХВ — Петербург, 2006. — 192 с.
4. Kowalewsky, S., Stursberg O., and others. A Case Study in Toll-Adier Analysis of Discretely Controlled Continuous System: The Two Tanks Problem. — Presented at the 15 International Workshop on Hybrid System, 1997.

Математическая модель гелиобиоэнергетического контура для системы отопления животноводческих помещений

Хайриддинов Ботир Эгамбердиевич, доктор технических наук, профессор;

Холмирзаев Нодир Сулаймонович, кандидат технических наук, доцент;

Эргашев Шахриёр Хамудиллаевич, ассистент;

Нурматова Дилдора Жумабаевна, ассистент;

Отамуродов Рамил Гулямович

Каршинский государственный университет (Узбекистан)

В настоящее время правительством нашей страны поставлены задачи по снижению энергоемкости выпускаемой продукции путем дальнейшей модернизации, технического и технологического перевооружения существующих и создания новых производственных мощностей на базе современных энергоэффективных и энергосберегающих технологий. Особое внимание уделено ускорению развития возобновляемых источников энергии в отраслях животноводческих комплексов.

При проектировании систем отопления и создание микроклимата в животноводческих помещениях необходимо определить расчетную нагрузку отопления, параметры комбинированных гелиобиоэнергетических установок, теплообменника и подпочвенного аккумулятора тепла, с учетом конструктивных, режимных технологических и метеорологических особенностей работы системы.

В настоящее время существует расчетное моделирование лишь отдельных элементов системы отопления (подпочвенного аккумулятора тепла в субстрактном слое) теплообменника [1]. Один из методов, предложенных для решения данной проблемы состоит в том, чтобы допустить дневной нагретый внутренний воздух объемного солнечного коллектора в подпочвенный субстрат аккумулятора тепла [2]. Авторами рассматривается тепловая и математическая модели системы отопления, учитывающие все ее элементы и метеорологические условия работы. На рис. 1 показаны основные компоненты систем гелиобиоэнергетической отопления гелиотеплиц и животноводческих комплексов.

Объемный солнечный коллектор и подпочвенный аккумулятор тепла разделены промежуточным воздушно — водяным теплообменником. Система солнечного отопления проектируется так, чтобы с ее помощью обеспечивать только часть тепловой нагрузки, дополняющей тепло от биоэнергетического источника. При рассмотрении процессов теплообмена в системе отопления гелиотеплиц — животноводческого комплекса приняты следующие допущения: распределение температуры воздуха и воды по длине подпочвенного аккумулятора и теплообменника разбиты на несколько областей, в каждой из которых температурное поле равномерно, тепловые процессы между отдельными областями модели характеризуются средними значениями коэффициентов теплоотдачи.

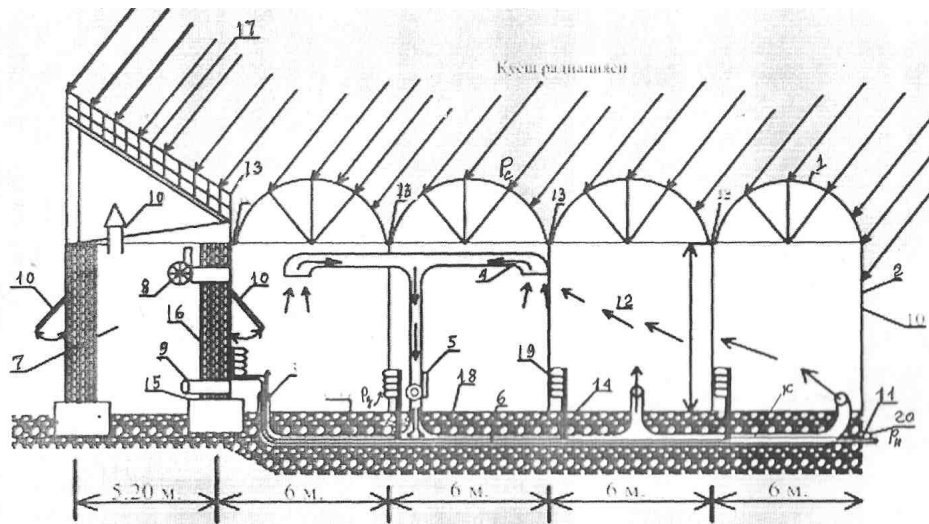


Рис. 1. Схема поперечного сечения гелиотеплицы и животноводческой фермы подсобного хозяйства при заводе «Муборекнефтогаз» с подпочвенным автоматически регулируемым аккумулятором тепла.
 Где: 1,2 — полиэтиленовые пленки; 3- воздуховод подпочвенного аккумулятора тепла; 4, 5 — система, обеспечивающая воздухообмен в помещении гелиотеплицы; 6 — подпочвенный слой из композиционных материалов диаметром 0,20 метра; 7-помещение животноводческой фермы; 8 — вентилятор; 9,10 — вентиляционные окна; 11 — труба для циркуляции воды; 12 — внутренняя часть помещения теплицы; 13 — сток для дождя; 14 — посевная площадь гелиотеплицы; 15 — фундамент; 16- стена разделяющая помещения гелиотеплицы и животноводческой фермы; 17- солнечная панель и система автоматики; 18 — слой субстрата аккумулятора тепла; 19 — теплообменники; 20 — труба для циркуляции горячей воды

С учетом изложенного в тепловой модели системы можно выделить области: i — объемной солнечной энергии коллектора; e — секции теплообменника; секции подпочвенного аккумулятора тепла; k — трубопроводы; f — дополнительного биоэнергетического установки для подогрева; m — элементы объемного солнечного коллектора. Сформулируем закон сохранения энергии для каждой из областей тепловой модели.

Область i . Поглощенный объемным коллектором солнечный тепловой поток Q_i расходуется на изменение энтальпии $C_i \frac{\partial t_i}{\partial \tau} + G \cdot c \cdot (t_i^{6yx} - t_i^{6x})$ объемного коллектора и воздуха в нем, теплоотдачу к элементам m (подпочвенного аккумулятора тепла) $\sum_m \sigma_{im} (t_i - t_m)$ и субстратного слоя $\sigma_{ic} (t_i - t_c)$.

Область k . Тепловой поток $G \cdot c \cdot (t_k^{6x} - t_k^{6yx})$, полученный жидкостью, идет на изменение ее энтальпии $C_k \frac{\partial t_k}{\partial \tau}$ и теплоотдачу подпочвенного аккумулятора и субстратного слоя $\sigma_{kc} (t_k - t_c)$.

Область e . Тепловой поток $G \cdot c \cdot (t_i^{6x} - t_i^{6yx})$, полученный от горячей воды биоэнергетической установки, расходуется на изменение ее энтальпии $C_i \frac{\partial t_i}{\partial \tau}$ и теплоотдачу к n -ой области $\sigma_{in} (t_i - t_n)$.

Область n . Тепловой поток $Gc(t_n^{6x} - t_n^{6yx}) + \sigma_{ni} (t_i - t_n)$, полученный водой от биоэнергетической установки, идет на изменение ее энтальпии $C_n \frac{\partial t_n}{\partial \tau}$ и теплоотдачу подпочвенного аккумулятора в субстратном слое $\sigma_{nc} (t_n - t_c)$.

Область f . Поток Q_D , получаемый от биоэнергетической установки расходуется на изменение энтальпии $C_f \frac{\partial t_f}{\partial \tau} + G_f \cdot c \cdot (t_f^{6yx} - t_f^{6x})$, теплоотдачу подпочвенного аккумулятора тепла $\sigma_{fc} (t_f - t_c)$ и нагрузку отопления Q_H .

Согласно закону сохранения энергии для каждой области тепловой модели, а также всей системы отопления можно записать

$$\begin{cases}
 C_i \frac{\partial t_i}{\partial \tau} + G \cdot c \cdot (t_i^{eblx} - t_i^{ex}) + \sum_m \sigma_{im} (t_i - t_m) + \sigma_{ic} (t_i - t_c) = Q_i(\tau) \\
 C_k \frac{\partial t_k}{\partial \tau} + \sigma_{kc} (t_k - t_c) = G \cdot c \cdot (t_k^{ex} - t_k^{eblx}) \\
 C_i \frac{\partial t_i}{\partial \tau} + \sigma_{in} (t_i - t_n) = G \cdot c \cdot (t_i^{ex} - t_i^{eblx}) \\
 C_n \frac{\partial t_n}{\partial \tau} + \sigma_{nc} (t_n - t_c) = Gc(t_n^{ex} - t_n^{eblx}) + \sigma_{ni} (t_i - t_n) \\
 C_m \frac{\partial t_m}{\partial \tau} + \sigma_{mc} (t_m - t_c) + \sum_j \sigma_{mj} (t_m - t_j) + \sigma_{mi} (t_m - t_i) = Q_m(\tau) \\
 C_j \frac{\partial t_j}{\partial \tau} + G_j c (t_j^{eblx} - t_j^{ex}) + \sigma_{jc} (t_j - t_c) + \delta Q_n = Q_D \\
 t_{Q_{n=0}} = t_{Q_0}, \quad t_1 = \frac{t_i^{eblx} + t_i^{ex}}{2} \\
 \delta = \begin{cases} 1, & G_f > 0 \\ 0, & G_f = 0, \quad Q = i, k, l, m, n, f \end{cases}
 \end{cases} \quad (1)$$

В (1) входит нагрузка биоэнергетического отопления Q_H , которая зависит от метеорологических условий, архитектурных особенностей животноводческого помещения, его ориентации, качества строительных работ и т.д.

Нагрузка отопления животноводческих помещений равна

$$Q_H = \alpha S \Delta t \quad (2)$$

Где Δt — разность температур $24,3^{\circ}C$ среднесуточного наружного воздуха; α — коэффициент теплоотдачи от поверхности подпочвенного аккумулятора к субстратному слою [3,4]. Температурное поле описанной системы гелио-биоэнергетического контура и системы отопления животноводческих помещений определяется численным решением (1) по программе +CDELPUJ. Зависимость тепловых проводимостей от температуры учитывается методом последовательных приближений.

Решая систему дифференциальных уравнений, получаем температуры в отдельных областях системы отопления. Выходной параметр, определяющий работоспособность системы — температура воздуха и температура дополнительного обогрева t_f циркулирующей воды биогазовой установки.

Если она ниже $25-30^{\circ}C$, включается дополнительный нагреватель водяной системы биогазовой установки Q_D , доводящий температуру подпочвенного аккумулятора тепла до уровня, при котором включается нагрузка отопления Q_H , т.е. подключается насос для циркуляции горячей воды от системы биогазовой установки к системе отопления животноводческих помещений.

Приведенная модель использована при расчете системы отопления комбинированных гелиотеплиц — животноводческих помещений объемом 300 м^3 построенной в фермерском хозяйстве ООО Муборакнефтьгаз (г.Муборек). Тепло от объемного коллектора гелиобиоэнергетической установки подается для отопления животноводческого помещения, посредством горячей воды циркулирующей в подпочвенном аккумуляторе тепла и в отопительном теплообменнике. В качестве объемного гелиоколлектора применена система гелиотеплиц полуцилиндрического типа (рис.1). При расчете потоков солнечного излучения, прошедших прозрачную пленку гелиотеплицы нагревающих внутренний воздух, и потерь тепла на вынужденную конвекцию и собственную теплопроводность поглощающей почвы и элементов объемного солнечного коллектора, а также при определении температуры окружающей среды использовались метеорологические данные [5, 6]. На рис.2 представлены изменения температуры среды t_c и потока солнечного излучения Q_c падающего на прозрачную поверхность объемного гелиоколлектора в течение суток (в январе 2017 года), нагрузка отопления Q_c , необходимая для поддержания микроклимата в рассматриваемых животноводческих помещениях, а также результаты расчета динамики изменения температуры воздуха t_f , подаваемой в систему отопления в течение трех дней.

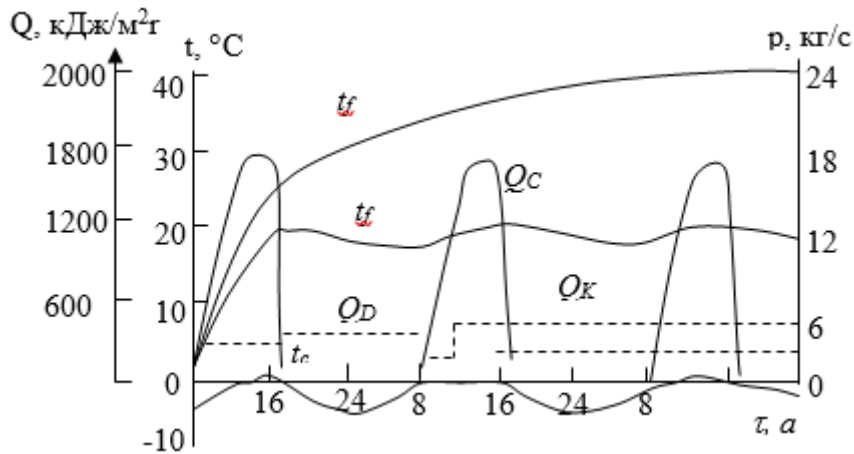


Рис. 2. Зависимость температуры воздуха объемного гелиоколлектора и циркулирующей воды подаваемой биогазовой установкой в системе отопления подпочвенного аккумулятора тепла от времени, мощности добавочного нагревателя Q_D и нагрузки отопления Q_H , кВт; S_c 90 м², $V_{ak} = 200$ м³; $G = G = 0,36$ кг/с; $G_f = 0,18$ кг/с;

Видно, что даже при солнечной погоде и отсутствии нагрузки отопления данного объемного гелиоколлектора солнечная энергия не обеспечивает необходимую для отопления животноводческого помещения температуру 20–25 °С. При введении добавочного биоэнергетического нагревателя температура (см. рис. 2) воды циркулирующим подпочвенного аккумулятора тепла существенно повышается и уже на вторые сутки может быть использована для отопления.

Приведенная модель расчета системы отопления животноводческих помещений позволяет проследить почасовую динамику изменения температуры воды, поступающей из биоэнергетического котла в подпочвенный аккумулятор тепла; определить оптимальные соотношения между солнечной и дополнительной энергией; оценить влияние конструктивных и режимных параметров на тепловой режим комбинированной гелиотеплицы — животноводческой фермы; рассчитать необходимую аккумулирующую теплоту подпочвенного аккумулятора для обеспечения запаса тепловой энергии днём и его использования в ночной время, а также в суровые пасмурные дни.

Литература:

1. Вардияшвили, А. Б. Теплообмен и гидродинамика в комбинированных солнечных теплицах с субстратом и аккумулярованием тепла. / Т.: Фан. 1990, 194 с.
2. Хайридинов, Б. Э., Холмирзаев Н. С., Эргашев Ш. Х. «Комбинирование гелиотеплицы — животноводческих ферм с подпочвенным аккумулятором тепла». //Международный научный журнал. Символ науки OMEGA SCIENCE INTERNATIONAL CENTER OF INNOVATION RESEARCH ISSN 2410–700x № 01/2017 В 2 частях. Часть 2, с. 16–22.
3. Эгизаров, А. Г. Отопление и вентиляция зданий и сооружений сельскохозяйственных комплексов. / М.: Стройиздат, 1981, с. 165–209.
4. Аллокулов, П. Э., Хайридинов Б. Э., Ким В. Д. Нетрадиционная теплоэнергетика. / Т.: Фан 2009, 182 с.
5. Бекман, У. А., Клейн С., Даффи Дж. Расчет систем солнечного теплоснабжения. / М.: Энергоиздат. 1982, 78 с.
6. Драгонов, Б. Х., Есин В. В., Зуев В. П. Применение теплоты в сельском хозяйстве. / Киев «Вища школа». 1983, 230 с.

Перспективы использования солнечной энергии в ГВС на примере Республики Узбекистан

Хамраев Сардор Илхамович, соискатель
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Устойчивая тенденция роста объемов потребления и стоимости ограниченных по своим запасам традиционных энергоресурсов вызывает все большую необходимость использования в различных отраслях народного хозяйства Республики нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, особое место среди которых в условиях центральноазиатских республик, занимает солнечная энергия.

Территория нашей Республики расположена в относительно благоприятных климатических условиях для использования этой экологически чистой и практически неисчерпаемой энергии для частичного покрытия производственных и бытовых нужд населения на тепловую и электрическую энергию. Так, число часов солнечного сияния в течение года в Республике доходит до 2800–3100, а интенсивность энергии солнечного излучения на один квадратный метр нормально расположенной к прямым солнечным лучам поверхности — до 1 кВт. Суммарное годовое значение прихода лучистой энергии Солнца на один квадратный метр горизонтальной поверхности Земли составляет 1,6–1,7 МВт·ч, что эквивалентно тепловой энергии, получаемой при сжигании натурального газа в количестве 165–175 м³ или светлых нефтепродуктов в количестве 165–175 л. Согласно результатам проведенных оценок, технический потенциал солнечной энергии Республики составляет 176,8 миллион тонн нефтяного эквивалента (млн т. н. э), что в 3,4 раза превышает ее потребность в энергоресурсах в 2010 г. и в 2,9 раза в 2020 г.

Несмотря на такие огромные потенциальные ресурсы, основная сложность использования солнечной энергии в больших масштабах — ее малая плотность и прерывистый характер поступления. В связи с этим масштабное использование солнечной энергии в различных отраслях народного хозяйства Республики связано с выбором приемлемых технологий и экономически рентабельных направлений ее преобразования в другие виды энергии.

В настоящее время во многих экономически развитых и развивающихся странах мира высокими темпами ведутся разработки по практическому использованию возобновляемых источников энергии (солнечная энергия, энергия ветра, биомасса, геотермальные ресурсы и т. д.) как важнейшего фактора устойчивого развития и повышения конкурентоспособности экономик в условиях сокращения мировых запасов углеводородного сырья. Выполняются научно-исследовательские, конструкторно-инженерные работы по разработке и повышению эффективности различных автономных и комбинированных систем с использованием возобновляемых источников энергии и по широкому применению их в различных отраслях экономики. В

нашей Республике, как и во всем мире, уделяется большое внимание развитию данного направления. Выполняются научно-исследовательские проекты по разработке, созданию и применению различных технологий отечественного и зарубежного производства по обеспечению автономного электро- и теплоснабжения.

Вышеуказанные определяют актуальность и востребованность предлагаемого проекта, направленного на экономию традиционных топливно-энергетических ресурсов, идущих для нужд теплоснабжения и охлаждения воздуха до 50% и более.

Одна из перспективных сфер практического применения солнечной энергии, которая в настоящее время имеет наибольшую степень технологической готовности в нашей Республике, как и во всем мире, считается преобразование ее в низкопотенциальное тепло и использование последнего в качестве источника в системах теплоснабжения жилых, коммунально-бытовых и социальных объектов, являющихся основными потребителями тепла такого же температурного потенциала. Следует отметить, что для покрытия тепловых нужд населения коммунально-бытового сектора в Республике ежегодно расходуется около 35 млн. т. у. т. в год, что составляет 50% ежегодно добываемых первичных топливно-энергетических ресурсов.

Солнечно-топливная технология производства низкопотенциальной тепловой энергии для теплоснабжения населенных пунктов (микрорайонов) впервые разработана и реализована узбекскими учеными еще 1986 г. в массиве «Водник» города Ташкента. За последние 25 лет данная технология реализована в различных странах мира в рамках ряда международных и коммерческих проектов. В этих проектах предусмотрено применение традиционных солнечных водонагревательных коллекторов с теплоизолированными корпусами и светопрозрачными покрытиями (СП). Они в течение апрель-октябрь месяцы года полностью могут покрывать тепловые нужды на горячее водоснабжение различных объектов [1–3].

Солнечный водонагревательный коллектор предназначен для нагрева воды с помощью солнечной энергии. В коллекторе происходит улавливание, поглощение и преобразование в низкопотенциальное тепло (до 100°C) энергии солнечного излучения, падающего на его фронтальную поверхность.

В сезон апрель-октябрь для получения горячей воды 40–55°C энергетически выгоднее и практичнее применять плоские солнечные коллектора с открытой, без остекления теплопоглощающей панелью. В такой модификации коллектор называют просто абсорбером. Вслед-

ствии высокой температуры окружающего воздуха и относительного безветрия конвекционные потери тепла абсорбера незначительно превышают потери коллектора с остеклением. Но вместе с этим абсорбер полезно используется значительно больше часов в течении светового дня. В утреннее и близвечернее время стекло закрытого коллектора отражает скользящие, наклонные солнечные лучи. На поглощающую панель остеклённого коллектора поступает малое количество солнечной энергии, хотя плотность энергии солнечного потока с утра и к вечеру обеспечивает нагрев воды. Коллектор со стеклом полезно используется примерно с 1000 до 1600 часов дня, а абсорбер — с 800 до 1900 часов. В холодный период года применяют только застеклённые коллекторы. Но следует отметить, что в зимнее время гораздо эффективнее дорогостоящие солнечные коллекторы с вакуумированными стеклянными трубками и селективным покрытием лучепоглощающей поверхности.

Плоские солнечные водонагревательные коллекторы могут быть использованы как в открытых (одноконтурных), так и в замкнутых (двухконтурных) системах горячего водоснабжения (ГВС). При круглогодичном использовании солнечных водонагревательных коллекторов необходимо иметь дублирующий источник энергии, основанный на использовании традиционного топлива или электроэнергии.

Принципиальные схемы одно — и двухконтурных систем ГВС с солнечными водонагревательными коллекторами приведены на рис. 1 и 2.

В одноконтурных системах ГВС, как правило, применяются солнечные водонагревательные коллекторы, теплоотводящие каналы абсорберов которых изготовлены из коррозионностойких металлов (таких, как медь, латунь и нержавеющая сталь).

В двухконтурных системах могут быть применены солнечные водонагревательные коллекторы, теплоотводящие

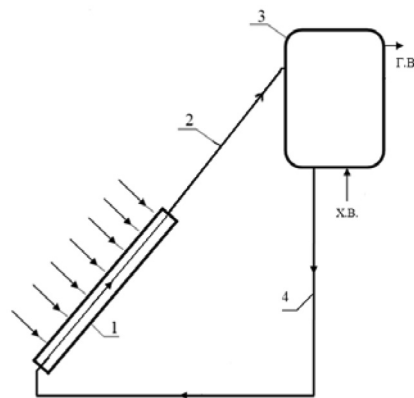


Рис. 1. Принципиальная схема одноконтурной системы солнечного ГВС: 1 — солнечный водонагревательный коллектор; 2 — подъемная труба; 3 — бак-аккумулятор горячей воды; 4 — опускная труба; х. в., г. в. — холодная и горячая вода

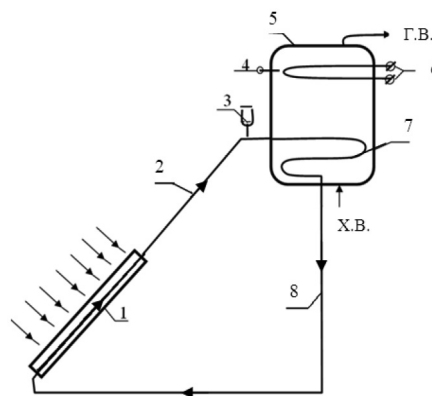


Рис. 2. Принципиальная схема двухконтурной системы солнечного ГВС с дублирующим электрическим источником: 1 — солнечный водонагревательный коллектор; 2 — подъемная труба; 3 — расширительный бачок; 4 — термостат; 5 — бак-аккумулятор горячей воды; 6 — дублер (электронагреватель); 7 — теплообменник; 8 — опускная труба; х. в., г. в. — холодная и горячая вода

каналы абсорберов которых изготовлены из алюминиевых сплавов и обычной стали.

В двухконтурных гелиоустановках, если они используются только в теплый сезон года (апрель-октябрь), когда заморозки крайне маловероятны, в качестве теплоносителя применяют дистиллированную воду, которая продается в аптеках. Предпочтительней является вода, прошедшая специальную химическую обработку, которая используется в котельных сетевого горячего водоснаб-

жения. Обязательным жестким требованием является успеть слить воду из коллекторного контура к моменту возможного охлаждения воздуха до 0°C. Иначе замерзание воды в контуре приведет к обширному разрыву трубок абсорберов, теплообменника и соединительных трубопроводов. При отрицательных температурах в качестве теплоносителя применяют только антифризные растворы. Но здесь важно следить — на какую температуру замерзания раствор рассчитан.

Литература:

1. Лабейш, В. Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: — Спб.: СЗТУ, 2003. — 79 с.
2. Голицын, М. В. Альтернативные энергоносители. — М.: Наука, 2004. — 159 с.
3. Городов, Р. В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: — Томск: ТПУ, 2009 г. — 294 с.

Разработка систем солнечного электро- и теплоснабжения в типовых жилых домах, построенных в сельской местности Кашкадарьинской области Узбекистана

Хамраев Сардор Илхамович, соискатель
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Научные исследования в области использования солнечной энергии для целей отопления, в основном, ведутся по разработке и исследованию пассивных систем солнечного отопления, отличающихся от активных систем, прежде всего простотой по реализации и дешевизной.

Среди пассивных систем солнечного отопления в регионах с умеренным климатом наибольшее распространение получили инсоляционные системы, основанные на непосредственном поступлении энергии солнечного излучения в отапливаемые помещения, через светопроемы (обычно увеличенных размеров) на южной стене. Они нашли широкое применение в высотных зданиях со сплошными наружными светопрозрачными ограждениями из тонированного стекла, а также в застекленных балконах и верандах жилых зданий. Поскольку, преобразование энергии солнечного излучения в тепловую, в инсоляционных системах происходит после ее поступления в отапливаемые помещения, их тепловая эффективность существенно (в 1,5÷2 раза) выше, чем у традиционных активных и пассивных систем солнечного отопления [1, 2].

Основным элементом инсоляционных пассивных систем солнечного отопления является трехслойное светопрозрачное ограждение (СПО) из простого оконного стекла, с замкнутыми воздушными прослойками между слоями, устанавливаемое на южной вертикальной стене объекта.

Для снижения недостатков и повышения эффективности этих систем в рамках данного проекта предлагается применение частично лучепоглощающего слоя в трехслойном СПРО, устанавливаемого во внутреннем ряду,

вентиляцию воздушной среды отапливаемого помещения через воздушную прослойку (продух), замоченную внутренним и средним слоями рассматриваемого ограждения.

На сегодняшний день технологи создали такой продукт как теплосберегающая пленка для окон, который способен сохранить тепло в помещении с минимальными потерями, при этом сохраняя свет и уют в комнате.

Пленка, имеющая множество слоев ионо-плазменного покрытия, способна обеспечить прохождение видимого света, при этом будет задерживаться ультрафиолетовое излучение и значительно уменьшится интенсивность инфракрасного спектра, почти в два раза. Правильно установив пленку, можно обеспечить себе оптимальный климат, как на зимний, так и на летний период.

По предварительным расчетам, общие потери тепла могут достигать 60 процентов, причем 30 процентов тепла уходит через оконные стекла (рис. 1). Для того чтобы снизить до минимума теплотери в помещении, применяется специальная энергосберегающая пленка для окон. Энергосберегающая пленка, благодаря своей структуре, отражает лучи в летнее время, предохраняя помещение от чрезмерного перегрева, и сохраняет тепло зимой, отражая лучи вовнутрь [3].

Принцип действия данной пленки заключается в том, что она отражает инфракрасные лучи, пропуская при этом видимый свет. Эта пленка имеет многослойную композитную структуру. На каждый слой пленки, толщина которых всего несколько микрон, наносится микроскопический слой керамики или металла.

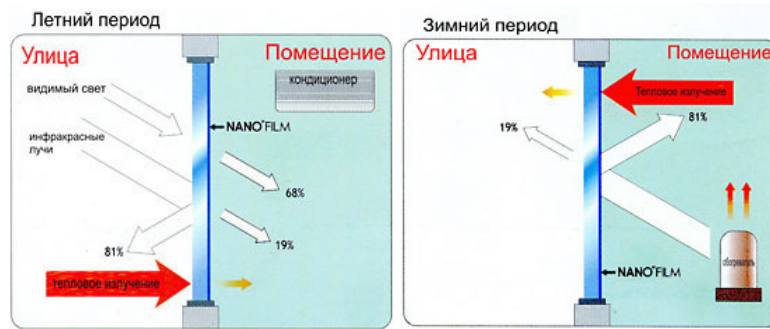


Рис. 1. Принципиальная схема работы теплосберегающей пленки в летние и зимние периоды года

В отличие от специальных энергосберегающих стекол, энергосберегающая пленка отличается большой практичностью и удобством, а главное не оказывает негативное влияние на прозрачность стекла в любом диапазоне.

Ожидается, что в результате реализации предложенной технологии коэффициент замещения топлива инсоляционных солнечных систем отопления, может быть поднят до 0,30–0,35; существенно сглажен график суточного хода температуры воздушной среды отапливаемого помещения и снижено теплоступление через СПО в летнее время..

В панельно-лучистых системах отопления, как правило, применяется теплоноситель с температурой 35–40°C, что в 2 раза меньше чем у традиционных радиаторных систем. Тепловая эффективность ПСК для нагрева жидкого теплоносителя до 35–40°C в зимнее время практически более, чем в два раза выше по сравнению с нагревом теплоносителя до 70–80°C.

Как видно, применение панельно-лучистых систем в системах солнечного отопления позволяет существенно снизить затраты на ПСК.

В связи с тем, что в панельно-лучистых системах солнечного отопления возможно аккумулировать значительное количество солнечного излучения во внутренних ограждениях отапливаемых помещений, что позволяет существенно сократить затраты на тепловое аккумулярование системы. На рис. 2 показана принципиальная схема лучисто-панельной системы отопления.

Ожидаемые результаты:

4. Система солнечного горячего водоснабжения объекта, даёт возможность сэкономить топливно-энергетические ресурсы расходуемые в период года (апрель-октябрь) месяцы на 100%.
5. Инсоляционные системы солнечного отопления с энергоактивными светопрозрачными ограждениями, дают возможность сэкономить топливно-энергетические ресурсы расходуемые на зимнее отопление до 30%.
6. Панельно-лучистая система (напольного отопления) солнечного отопления, которая даст возможность сэкономить топливно-энергетические ресурсы расходуемые на зимнее отопление до 50%.

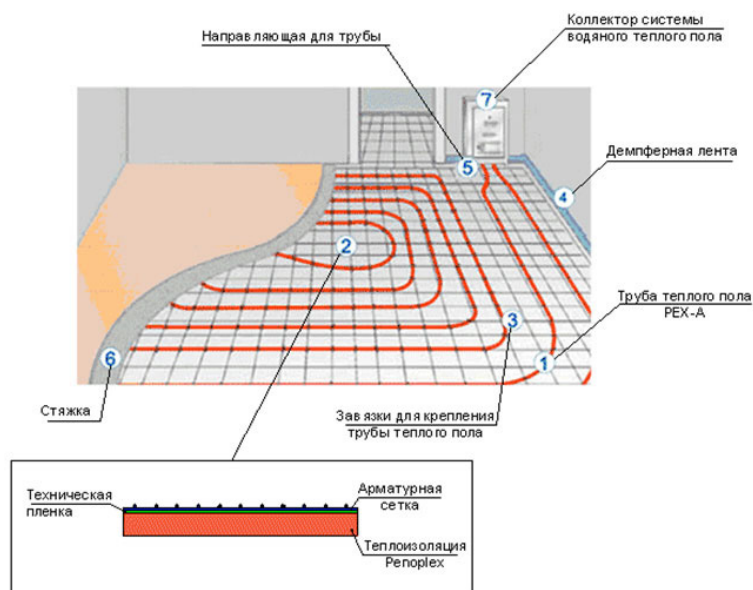


Рис. 2. Принципиальная схема лучисто-панельной системы отопления

Литература:

1. Лабейш, В. Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: — СПб.: СЗТУ, 2003. — 79 с.
2. Голицын, М. В. Альтернативные энергоносители. — М.: Наука, 2004. — 159 с.
3. Городов, Р. В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: — Томск: ТПУ, 2009 г. — 294 с.

Новые требования в освещении городских улиц

Чусов Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент;

Марков Денис Сергеевич, студент

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Искусственное освещение с каждым годом приобретает все большее значение в различных областях жизни современного города, в его архитектуре и благоустройстве.

Уличное движение, различные виды отдыха, учреждения культуры, торговля, информация, пропаганда и агитация — все это в той или иной степени обеспечивается искусственным светом, который принимает самые разнообразные формы.

Технические средства освещения в последние годы значительно усложнились. Появились и внедрены новые типы ламп накаливания, различные типы газоразрядных источников света с использованием и без использования люминесценции, световые приборы сложной конструкции.

За последние два-три десятилетия искусственное освещение стало неотъемлемым элементом градостроительства при создании новых и реконструкции старых городов.

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное.

Аварийное освещение разделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

Для общего искусственного освещения помещений следует использовать, как правило, разрядные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшей световой отдачей и сроком службы.

Световая отдача источников света для общего искусственного освещения помещений при минимально допу-

стимых индексах цветопередачи не должна быть меньше значений, приведенных в таблице 1.

Искусственное освещение может быть двух систем — **общее освещение** и **комбинированное освещение**.

Рабочее освещение следует предусматривать для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. Для помещений, имеющих зоны с разными условиями естественного освещения и различными режимами работы, необходимо раздельное управление освещением таких зон.

При необходимости часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения.

Нормируемые характеристики освещения в помещениях и снаружи зданий могут обеспечиваться как светильниками рабочего освещения, так и совместным действием с ними светильников освещения безопасности и (или) эвакуационного освещения.

Освещение улиц, дорог и площадей с регулярным транспортным движением в городских поселениях следует проектировать исходя из нормы средней яркости усовершенствованных покрытий.

Освещение улиц, дорог и площадей городских поселений, расположенных в северной строительной-климатической зоне азиатской части России и севернее 66° северной широты в европейской части России, следует проектировать исходя из средней горизонтальной освещенности покрытий проезжей части.

Таблица 1

Тип источника света	Световая отдача, лм/Вт, не менее, при минимально допустимых индексах цветопередачи, R_a			
	$R_a \geq 80$	$R_a \geq 60$	$R_a \geq 45$	$R_a \geq 25$
Люминесцентные лампы	65	75	-	-
Компактные люминесцентные лампы	70	-	-	-
Металлогалогенные лампы	75	90	-	-
Дуговые ртутные лампы	-	-	55	-
Натриевые лампы высокого давления	-	75	-	100

Таблица 2

Длина тоннеля, м	Скорость движения, км/ч	Система освещения	Средняя горизонтальная освещенность (лк) покрытия проезжей части на расстоянии от начала въездного портала, м																			
			10-30	50	75	100	125	150	175	200	250	300	350	400	450	500 и более						
60-100	60	ВСТРЕЧНАЯ	500	250	100	50																
	80	ВСТРЕЧНАЯ	600	500	300	100																
	100	ВСТРЕЧНАЯ	750	750	500	120																
более 100	60	ВСТРЕЧНАЯ	1250	740	280	160	110	80	60	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
	80	ВСТРЕЧНАЯ	1500	1500	1050	600	330	210	160	120	80	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
	100	ВСТРЕЧНАЯ	2000	2000	2000	1700	1300	940	530	360	195	120	90	80	50	50	50	50	50	50	50	
	60	СИМЕТР.	2000	1200	500	250	180	120	90	80	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	80	СИМЕТР.	2500	2500	1750	1000	530	340	220	180	115	80	65	50	50	50	50	50	50	50	50	50
100	СИМЕТР.	3000	3000	3000	2550	2000	1400	900	580	300	200	140	110	80	50	50	50	50	50	50	50	

Примечание: В табл. 2 ход снижения уровня освещенности последовательных участков въездной зоны соответствует требованиям создания необходимых условий адаптации въезжающего в тоннель водителя.

Уровень освещения проезжей части улиц, дорог и площадей с переходными и низшими типами покрытий в городских поселениях регламентируется величиной средней горизонтальной освещенности, которая для улиц, дорог и площадей категории Б должна быть 6 лк, для улиц и дорог категории В при переходном типе покрытий — 4 лк и при покрытии низшего типа — 2 лк.

В проектах наружного освещения улиц и дорог категорий А и Б следует предусматривать освещение участков неосвещенных примыкающих улиц и дорог (по нормам освещения этих улиц и дорог) длиной 100 м.

Норма освещения трамвайных путей, расположенных на проезжей части улиц, должна соответствовать норме освещения улицы. Средняя горизонтальная освещенность обособленного трамвайного пути должна быть 6 лк.

Средняя горизонтальная освещенность дорожного покрытия проезжей части городских транспортных тоннелей длиной более 60 м следует принимать в дневном режиме по табл. 2, а в вечернем и ночном режимах равной 50 лк.

В тоннелях длиной более 100 м при значительном экранировании небосвода над въездным порталом в поле зрения водителя окружающей застройкой, естественными возвышениями и др., а также при интенсивности движения менее 600 транспортных единиц в час следует снижать максимальную величину средней горизонтальной освещенности на въезде на одну ступень с пропорциональным

уменьшением остальных освещенностей въездной зоны. Средняя горизонтальная освещенность внутренней зоны тоннелей постоянна и составляет во всех случаях 50 лк: в тоннелях с односторонним движением до выездного портала, а при движении в обоих направлениях — между концами обоих въездных зон.

Во въездной зоне тоннелей с односторонним движением должна использоваться система «встречного освещения», а с движением в обоих направлениях — система «симметричного освещения».

При длине тоннеля до 60 м средняя горизонтальная освещенность должна быть 50 лк во всех режимах.

Транспортные тоннели длиной более 100 м должны оборудоваться световыми указателями запасных выходов и направлений движения к ним.

В транспортных тоннелях, имеющих одну стену с открытыми проемами, занимающими более 0,25% ее площади, а также в тоннелях местного значения, предназначенных для проезда одиночных средств личного и общественного транспорта, средняя горизонтальная освещенность покрытия проезжей части в дневное время должна соответствовать требованиям табл. 3

Примечание: В табл. 2 ход снижения уровней освещенности последовательных участков въездной зоны соответствует требованиям создания необходимых условий адаптации въезжающего в тоннель водителя.

Таблица 3

Освещаемые объекты	Средняя горизонтальная освещенность покрытия проезжей части, лк, на расстоянии от начала въездного портала, м				
	5	25	50	75	100 и более
Тоннель местного значения	250	250	150	100	50
Тоннель с проемами в одной стене	150	150	100	75	50

Отношение максимальной освещенности к средней должно быть при норме средней освещенности: св. 6 лк — не более 3:1, от 4 до 6 лк — не более 5:1, менее 4 лк — не более 10:1.

Нормы освещения разрешается увеличивать в столицах суверенных республик, городах-героях, исторических, курортных и портовых городах республиканского значения, а также в крупнейших и крупных городах:

а) на 0,2–0,4 кд/м² — для осветительных установок улиц, дорог и площадей категорий А и Б с усовершенствованными типами покрытий;

б) до 20 лк — для осветительных установок непроезжих частей площадей категорий А и Б и предзаводских площадей, главных входов стадионов и выставок;

в) до 10 лк — для осветительных установок улиц и дорог категории Б с переходными типами покрытий и главных входов общегородских парков.

В ночное время допускается предусматривать снижение уровня наружного освещения городских улиц, дорог и площадей при нормируемой средней яркости более 0,4 кд/м²

или средней освещенности более 4 лк путем выключения не более половины светильников, исключая при этом выключение подряд расположенных, либо без отключения светильников с помощью регулятора светового потока рядных ламп высокого давления в установке до уровня не ниже 50% ее нормируемого уровня наружного освещения.

Допускается с целью получения дополнительной экономии электроэнергии в вечернее и утреннее темное время суток снижать регулятором уровень освещения:

на 30% при уменьшении интенсивности движения до 1/3 максимальной величины;

на 50% при уменьшении интенсивности до 1/5 максимальной величины.

На улицах и дорогах при нормируемых величинах средней яркости 0,3 кд/м², или средней освещенности 4 лк и менее, на пешеходных мостиках, автостоянках, пешеходных аллеях и дорогах, внутренних, служебно-хозяйственных и пожарных проездах, а также на улицах и дорогах сельских поселений частичное или полное отключение освещения в ночное время не допускается.

На улицах, дорогах и транспортных зонах площадей категорий А и Б показатель ослепленности для осветительных установок не должен превышать 150.

Для осветительных установок улиц и дорог категории В, а также осветительных установок, уровень освещения которых регламентируется нормами горизонтальной или полуцилиндрической освещенности, наименьшая высота расположения светильников по условиям ограничения ослепленности должна приниматься по табл. 9.

На улицах категорий А и Б установки наружного освещения всех видов не должны создавать на окнах жилых зданий вертикальную освещенность, превышающую:

- 7 лк при норме средней яркости проезжей части 0,4 кд/м²;
- 10 лк при норме 0,6–1,0 кд/м²;
- 20 лк при норме 1,2–1,6 кд/м².

На улицах категории В, на пешеходных улицах вне общественного центра, на внутривортовых территориях, а также на любых улицах, прилегающих к спальным корпусам больниц и лечебно-курортных учреждений, вертикальная освещенность на окнах квартир жилых зданий и палат спальных корпусов не должна превышать 5 лк.

В установках наружного освещения следует использовать светильники с разрядными источниками света высокого давления, в том числе для установок освещения улиц и дорог с транспортным движением — преимущественно с натриевыми лампами высокого давления.

Высота размещения световых приборов на улицах, дорогах и площадях с трамвайным и троллейбусным движением должна приниматься согласно СНиП 2.05.09.

Минимальная высота установки светильников в парапетах мостов и путеводов не ограничивается при условии обеспечения защитного угла не менее 10° и исключения возможности доступа к лампам без применения специального инструмента.

В транспортных тоннелях должны применяться светильники с защитным углом не менее 10°. Сила света светильников в плоскости, параллельной оси проезжей части не должна превышать под углами 75°, 80°, 85° и 90° соответственно 50, 20, 10 и 0 кд на 1000 лм.

Высота расположения светильников на стенах тоннеля должна быть не менее 4 м.

В пешеходных тоннелях должны использоваться светильники с защитным углом не менее 15° или с диффузными и призматическими рассеивателями:

- с лампами ДНАТ (ДНАС) мощностью до 110 Вт;
- с лампами ДРИ мощностью 70 Вт;

Литература:

1. Вернеску, Д., Эне А., Естественное освещение в архитектуре и градостроительстве. М.: Стройиздат, 1983. — 88 с.
2. Волоцкой, Н. В., Светотехника. М.: Стройиздат, 1979. — 142 с.
3. Дамский, А. И., Электрическое освещение в архитектуре города. М., Стройиздат, 1970.

- с лампами ДРЛ мощностью до 125 Вт;
- с люминесцентными лампами суммарной мощностью до 80 Вт;
- а также протяженные световоды с лампами мощностью до 400 Вт.

На территории открытых рынков и торговых ярмарок средняя горизонтальная освещенность площадок, проездов, проходов между рядами павильонов, палаток, контейнеров и др. должна быть не менее 10 лк вне зависимости от их категории и занимаемой площади.

Отношение вертикальной освещенности к горизонтальной должно быть не менее 1:2. При этом вертикальная освещенность определяется в поперечной плоскости к оси проезда на высоте 1,5 м; горизонтальная освещенность — на уровне покрытия.

После закрытия рынка или торговой ярмарки допускается снижать уровень средней горизонтальной освещенности до 4 лк. При этом минимальная освещенность не должна быть менее 2 лк.

В проектах наружного освещения необходимо предусматривать освещение подъездов к противопожарным водосточникам, если они расположены на неосвещенных частях проездов. Средняя горизонтальная освещенность этих подъездов должна быть 2 лк.

На территории автозаправочных станций и автостоянок, прилегающих к улицам и дорогам с транспортным движением, светильники рассеянного света должны устанавливаться на высоте не менее 3 м при световом потоке ламп до 6000 лм и не менее 4 м при световом потоке более 6000 лм. Для освещения указанных объектов не допускается применять прожекторы, расположенные на крышах и навесах и направленные в сторону улицы или дороги.

При использовании для освещения больших площадей и транспортных развязок, в том числе и в нескольких уровнях, опор высотой 20 м и более, устанавливаемые на них световые приборы должны иметь максимум силы света под углом не более 65° к вертикали. Высота светильников над дорожным покрытием проезжей части верхнего уровня транспортного пересечения должна быть не менее 10 м.

Над каждым входом в здание или рядом с ним должны быть установлены светильники, обеспечивающие уровни средней горизонтальной освещенности не менее:

- на площадке основного входа — 6 лк;
- запасного или технического входа — 4 лк;
- на пешеходной дорожке длиной 4 м у основного входа в здание — 4 лк;
- у запасного или технического входа — 2 лк.

Выбор SQL Server для медицинского учреждения

Шаханова Марина Владимировна, старший преподаватель;

Недовесова Арина Александровна, студент

Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

Ключевые слова: СУБД, Oracle Database, Microsoft SQL Server, PostgreSQLPro

В настоящее время информатизация охватила все сферы, и здравоохранение не стало исключением. Использование современных технологий в медицинских учреждениях позволяет решить множество задач.

Одной из ключевых задач стало внедрение электронного документооборота в медицинские учреждения. Для выполнения данной задачи необходимо выбрать сервер баз данных. В первую очередь при выборе СУБД необходимо принимать во внимание следующие факторы:

1. максимальное число пользователей одновременно обращающихся к базе;
2. масштабируемость системы;
3. объем хранимой информации;
4. серверную операционную систему;
5. безопасность хранения информации.

На сегодня известно большое число различных серверов баз данных SQL. Остановимся более подробно на следующих трех ведущих серверных СУБД — Oracle Database, Microsoft SQL Server и PostgreSQL Pro — и сравним их в работе на каждом из основных этапов функционирования:

1. настройка;
2. мониторинг;
3. обработка запросов.

Данный анализ проведем с учетом того, что выбранный сервер должен будет проводить максимально быструю и эффективную обработку больших объемов данных.

Microsoft SQL Server.

Данный сервер обладает удобной графической оболочкой позволяющей настраивать и администрировать базы данных. Несмотря на то, что интерфейс графический, большое количество параметров настройки, которыми обладает данный сервер, требуют от администратора сервера профессиональной подготовки. Система администрирования также включает в себя систему мониторинга баз данных и работы сервера. Она позволяет отображать информацию в графическом виде. Так как этот сервер ставится на операционные системы того же производителя, система мониторинга интегрируется с ней. Высокая производительность обусловлена системой индексации, параллельного и распределенного выполнения запросов, процессор запросов и производительность, интеллектуальный ввод / вывод (Big / Smart I/O). Масштабируемость позволяет улучшить характеристики сервера путем увеличения доступных вычислительных ресурсов. Рост производительности Microsoft SQL Server зависит не только от аппаратного обеспечения, но и от операци-

онной среды, под которой работает данная СУБД. Если сервер остановлен или произошел сбой в работе системы, данные могут стать недоступны пользователю. В состав Microsoft SQL Server входит мощный язык работы с данными: Transact SQL, который поддерживает такие объекты базы данных как хранимые процедуры, триггеры, представления. Минусом данной системы является высокая стоимость.

Oracle Database — это одна из распространенных СУБД, являющихся конкурентами MS SQL. Она обладает высокой степенью надежности и устойчивости к сбоям. Имеется возможность разбиения крупных баз данных на разделы, что дает возможность оптимально управлять гигантскими базами данных.

Данная система обладает эффективными методами повышения скорости обработки запросов; индексация по битовому отображению; внутри запросов могут быть распараллеливаемые операции.

Для системы существует много инструментов мониторинга и администрирования. Oracle разработана с учетом ориентации на Web технологии. Мощная система поддержки обработки и хранения медиа контента. Производительность Oracle достигается одной из важных функций — multiversioning concurrency. Эта функция позволяет иметь доступ к одной записи нескольким пользователям одновременно, что позволяет Oracle выполнять за секунду больше транзакций, чем другие СУБД. Минусом данной системы является необходимость обязательной поддержки производителя и очень высокая стоимость.

PostgreSQL Pro — это объектно-реляционная СУБД.

PostgreSQL Pro является пионером в объектно-реляционных аспектах, появившихся и в некоторых коммерческих СУБД. Данная система может увеличивать мощность с помощью следующих особенностей:

1. Наследование (позволяет делать таблицы объектно-ориентированными, это дает возможность создавать новые таблицы и использовать существующие как базовый класс).
2. Типы данных (помимо стандартных типов данных PostgreSQL Pro может иметь пользовательских типы данных, что позволяет добавлять такие объекты как геометрические пространственные примитивы, географические схемы, IP адреса и многое другое).

3. Система ограничения целостности (помогает избежать потери данных, так как при любых действиях делается копия поля, а предыдущий вариант продолжает существовать вечно).

4. Система правил (позволяет создавать правила, которые задают определенные операции над выбранными таблицами).

5. Транзакционная целостность (позволяет выполнять сразу несколько транзакций над одной таблицей).

6. Система стабильно работает на всех основных платформах, включая Linux, Windows.

7. PostgreSQL Pro легко организует обновления, затрагивающие несколько таблиц сразу. Хранимые процедуры можно выполнять на нескольких языках программирования, включая Java, Perl, Python, Ruby, Tcl, C/C++ и собственные PL/pgSQL.

8. Исходный код PostgreSQL Pro доступен под лицензией BSD. Это означает, что данный продукт может быть использован в любых целях, в том числе и коммерче-

ских, свободно распространяться в любых количествах. А также подвергаться любым изменениям.

В ходе проведенного анализа характеристик различных СУБД пришли к выводу, что для медицинских учреждений рекомендуется использовать PostgreSQL Pro, так как данный сервер SQL обладает рядом преимуществ, а именно:

1. Имеет возможность создавать пользовательские типы данных.

2. Имеет открытый код, что позволяет дополнительно прописывать необходимый функционал и быть уверенным в защите от получения данных третьими лицами.

3. Экономическая целесообразность. Данный сервер в отличие от Oracle Database и Microsoft SQL Server не требует никаких финансовых вложений и лицензируется по системе BSD.

Моделирование системы доступа к медицинским сведениям

Шаханова Марина Владимировна, старший преподаватель;

Недовесова Арина Александровна, студент

Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

Ключевые слова: медицинские сведения, единая система, хранение, обработка

Российская Федерация является самой большой страной в мире. Из-за особенностей её расположения крупные города находятся на больших расстояниях друг от друга, а также имеется много труднодоступных населенных пунктов. Поэтому при совершении рабочих командировок, служебных поездок, переездов людям приходится преодолевать дальние расстояния. В дороге, либо в удаленном от места жительства пункте, возможны различные неблагоприятные ситуации, которые могут привести к необходимости обращения за помощью в медицинские учреждения.

В процессе лечения могут потребоваться сведения из истории болезней. Состояние здоровья обратившегося может не позволить врачу узнать необходимые сведения лично от пациента. Врач также не имеет доступа к его медицинской карте, так как она находится в лечебно-профилактическом учреждении по месту жительства обратившегося.

Имеется возможность сделать запрос медицинской карты. Однако в большинстве учреждений карты всё ещё хранятся только в бумажном виде, что будет затруднять быструю передачу сведений.

Также можно провести дополнительные медицинские исследования, что тоже потребует времени, которым не всегда располагает врач в силу необходимости экстренного оказания медицинской помощи, от которой зависит жизнь пациента.

Одним из вариантов решения данной проблемы может стать единая защищенная система хранения и обработки медицинских сведений. Такая система могла бы представ-

лять комплекс решений основанных на базах данных, которые позволяли бы осуществлять хранение:

- Данные пациентов;
- Историй болезней;
- Назначений врачей;
- Результатов исследований;
- Сведений о врачах;
- Сведений о лечебных учреждениях.

Система должна быть:

1. Легко масштабируемая;
2. Логически распределенная;
3. Структурированная;
4. Каждый узел системы должен быть независим от всех остальных узлов;
5. Должны существовать центральные (региональные) узлы хранения и обмена данными.

Это позволит обеспечить надёжность хранения сведений, а также их защиту от потери, искажения или уничтожения. Выполнение перечисленных выше требований к системе даст возможность независимо работать всем лечебно-профилактическим учреждениям в случае потери связи с центральным узлом.

Для обеспечения конфиденциальности информации в данной системе можно использовать базовую ролевую модель разграничения доступа. Ролевое разграничение доступа представляет собой развитие политики дискреционного разграничения доступа; при этом права доступа субъектов системы к объектам группируются с учетом специфики их применения, образуя роль.

Ролевое разграничение доступа наиболее эффективно используется для компьютерных систем, в которых для пользователей четко определен круг их должностных полномочий и обязанностей. Как правило, ролевое разграничение доступа применяется в системах защиты систем управления базами данных, что наиболее соответствует требованиям нашей системы.

Основные элементы модели ролевого разграничения доступа:

U — множество пользователей;

R — роли: администратор, главный врач, заместитель главного врача, заведующий отделением, дежурный врач, врач, медсестра.

P — права: чтение, запись/модификация, создание, удаление

S — множество авторизованных пользователей;

PA: $R \rightarrow 2^P$ — функция, определяющая для каждой роли множество прав доступа; при этом для каждого $r \in R$ существует $g \in R$ такая, что $r \in PA(g)$;

UA: $U \rightarrow 2^R$ — функция, определяющая для каждого пользователя множество ролей, на которые он может быть авторизован;

user: $S \rightarrow U$ — функция, определяющая для каждого авторизованного пользователя, от имени которого она активизирована;

roles: $S \rightarrow 2^R$ — функция, определяющая для пользователя множество ролей, на которые он авторизован в данный момент; при этом в каждый момент времени для каждого $s \in S$ выполняется условие $roles(s) \subseteq UA(user(s))$.

Данные, которые хранятся и обрабатываются в системе, должны защищаться средствами криптографической защиты. Доступ к зашифрованным данным будет предоставляться врачу при наличии у него личной электронной подписи. При этом необходимо информировать пациента о запросе его данных (если состояние пациента позволяет произвести информирование).

В матрице доступа определено к каким объектам будет иметь доступ каждый субъект и какие действия может выполнять:

R — чтение;

W — запись/модификация;

C — создание;

D — удаление.

Таблица 1

	Данные ЛПУ	Данные Персонала	Данные Пациентов	Системные данные
Администратор	CRWD			CRWD
Глав. Врач	RW	CRWD	CRW	
Зам. Глав. Врача	R	CRWD	CRW	
Зав. Отделения	R	RW	CRW	
Дежурный врач	R	R	CRW	
Врач	R		CRW	
Мед. сестра	R		CRW	

При запросе данных в центральном узле из других регионов, сведения, касающиеся данного пациента, дублируются с других узлов. Это необходимо, потому что в центральных узлах хранятся сведения не обо всех пациентах, а только о тех, кто проходил лечение в лечебно-профилактических учреждениях данного региона. Это позволяет уменьшить объём данных, которые необходимо хранить на каждом узле.

Внедрение данной системы может существенно облег-

чить доступ к данным пациента из любого медицинского учреждения, но не даст полностью решить существующие проблемы, так как есть вероятность возникновения сбоя связи в лечебно-профилактическом учреждении, из которого делается запрос в центральный узел на сведения о пациенте. Также данная система может быть использована для реализации государственной программы по внедрению единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения.

Выбор электропривода дымососа для энергетического блока Ташкентской ТЭС

Ширинов Аслиддин Аловиддинович, магистрант

Научный руководитель: Хашимов Арифджан Адилевич, доктор технических наук, профессор
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

В статье рассматривается получение летучих газов частиц во время сжигания природного газа в топке тепловой электрической станции и необходимость их транспортировки при использовании дымососа с частотно-регулируемым асинхронным электроприводом, а также особенности его функционирования.

Producing volatile gases and particles during the combustion of natural gas in the furnace of a thermal power station and necessity of using smoke exhauster with variable-frequency asynchronous drive in their transportation and features of its functioning are considered in the article.

Выбор электропривода дымососа для энергетического блока № 1 Талимарджанской ТЭС следует производить с учетом мирового опыта, который рекомендует для эффективной эксплуатации котельных агрегатов применять дымосос с целью обеспечения полного сгорания газа в тяго-дутьевой системе энергетического блока.

Мощность действующего энергетического блока Талимарджанской ТЭС составляет 800 МВт. Для правильной эксплуатации топки котельных агрегатов и обеспечения полного сгорания природного газа важную роль в тяго-дутьевой системе энергетического блока играет дымосос, который способствует выбросу сгоревших газов и частиц в атмосферу.

Температура уходящих газов за котлом составляет в пределах 150–500 С. Дополнительные поверхности (экономайзеры и воздухоподогреватели) позволяют её понизить при естественной тяге до 150–180 С, а при искусственной — еще ниже. Однако нельзя допускать понижения температуры уходящих газов ниже точки росы, так как при этом водяные пары, имеющиеся и газах, начи-

нают конденсироваться. Образование влаги недопустимо из-за быстрой коррозии металла экономайзеров, воздухоподогревателей, дымососов, дымовых труб [1].

Следует учесть, что при сжигании 1м природного газа образуется 2м водяных паров (более 1,5 кг). Температура, при которой начинается конденсация водяных паров из уходящих газов, зависит от α (рис. 1).

Когда $\alpha=1:1,45$ точка росы составляет 55–61 С, то для предотвращения конденсации температура уходящих газов перед дымовой трубой поддерживают обычно не ниже 100–120 С. При установке за котлами контактных экономайзеров, в которых происходит до 35–45 С. Это позволяет применять вместе дымососов обычные вентиляторы.

Разрежение в топках промышленных печей и котлов большой мощности, оказывающих движению газов большое сопротивление создается при помощи дымососов. Их устанавливают также в случаях, когда за агрегатами имеются устройства, утилизирующие теплоту (экономайзеры, воздухоподогреватели, рекуператоры и др.)

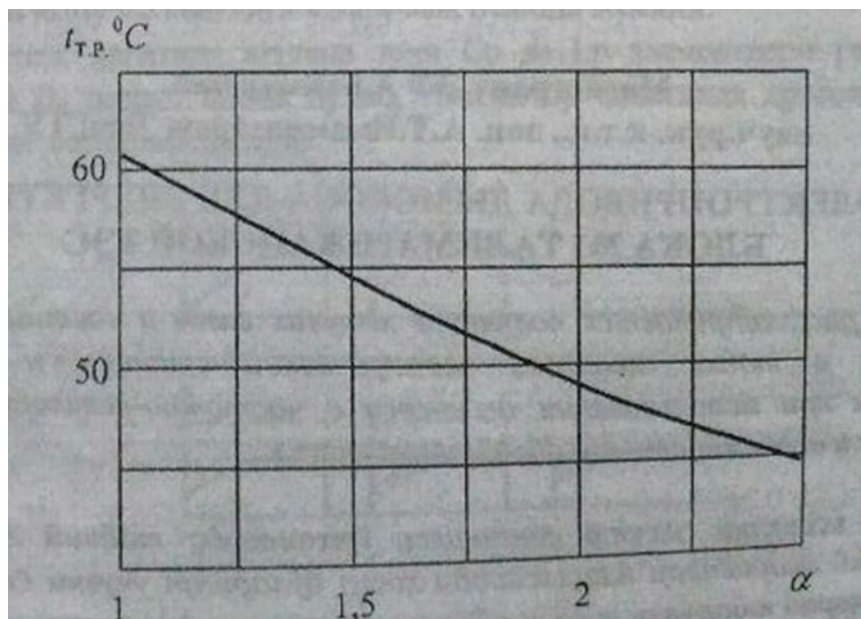


Рис. 1. Зависимость точки росы t уходящих газов от α

Разрешение в агрегате, оборудованном, можно регулировать различными способами (рис. 2) ^

1. Шиберами на напорной стороне дымососа.
2. Специальным направляющим аппаратом с поворотными лопатками, установленными на всасывающей патрубке дымососа.
3. При помощи гидромuffты, соединяющей валы дымососа и электромотора и дающей возможность изменить частоту вращения дымососа при постоянной скорости вращения электромотора.
4. Применение для регулирования скорости дымососа частотно-регулируемого асинхронного электропривода.

Первый способ требует наибольшей затраты электроэнергии для работы дымососа, второй — примерно на 20% меньше, третий — меньше на 50%, а четвертый — самый экономичный способ с наименьшими затратами электроэнергии.

Использование частотно регулируемого асинхронного электропривода для дымососа позволяет решать задачу согласования режимных параметров и энергопотребления тягодутьевых механизмов с изменяющимся характером нагрузки котлов, эффективно автоматизировать технологический процесс, позволяет сэкономить до 70% электроэнергии, идущей на приведение в действие дымососа,

обеспечивает экономию топлива за счет оптимальной совместной работы вентилятора и дымососа. Плавный пуск электроприводов и полная защита электродвигателя позволяют увеличить межремонтный период, снизить аварийность оборудования.

Кроме того, применение частотно-регулируемого асинхронного электропривода для управления дымососом обеспечивает [2, 3]:

- полное устранение токовых перегрузок двигателя и исключение проскальзывания ремней;
- снижение потребляемой электроэнергии на 10–50% благодаря отказу от регулирования шиберами;
- автоматическое поддержание давления и разряжения в воздухопроводах при изменениях режимов работы оборудования;
- исключение необходимости перезапуска всего технологического процесса после кратковременных отключений питающей сети благодаря безударному повторному включению на вращающийся двигатель (функция «подхват»);
- возможность точной дозировки и повышение коэффициента полезного действия (КПД) процессов горения.

В результате расход топлива снижается на 3–10% при той же производительности котла.

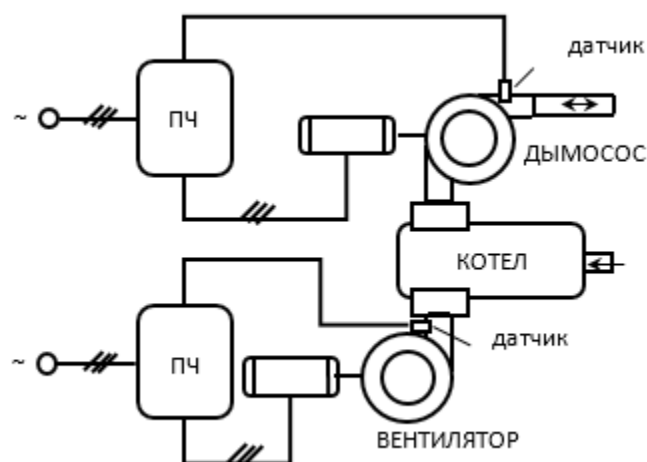


Рис. 2. Сокращенная технологическая схема ТЭС

Для экономии электроэнергии в электроприводе дымососа в динамических и статических режимах работы будем использовать для дымососа современный частотно-регулируемый асинхронный с высоковольтным преобразователем частоты типа ВПЧА (рис. 3).

Частотно-регулируемый асинхронный электропривод дымососа имеет следующие силовые элементы: СД — сетевые дроссели, предназначенные для ограничения тока к. з., снижения скорости коммутации и ограничения обратного тока тиристоров; В — управляемый трехфазный мостовой выпрямитель, предназначенный для выпрямления сетевого напряжения, стабилизации напряжения в звене постоянного тока и осуществления

плавного пуска двигателя, выпрямитель собран из высоковольтных тиристоров; Ф1 — фильтр звена постоянного напряжения (Ф1); И — трехфазный мостовой инвертор, предназначенный для преобразования выпрямленного напряжения в переменное с требуемыми значениями частоты и напряжения, вентили инвертора построены на базе последовательно соединенных IGBT-модулей с защитными цепями; СФК — силовой компенсирующий фильтр, предназначенный для фильтрации выходного ступенчатого напряжения и тока инвертора; СУ — система управления с пультом управления (ПУ).

Частотно-регулируемый асинхронный электропривод функционирует следующим образом. Сетевое на-

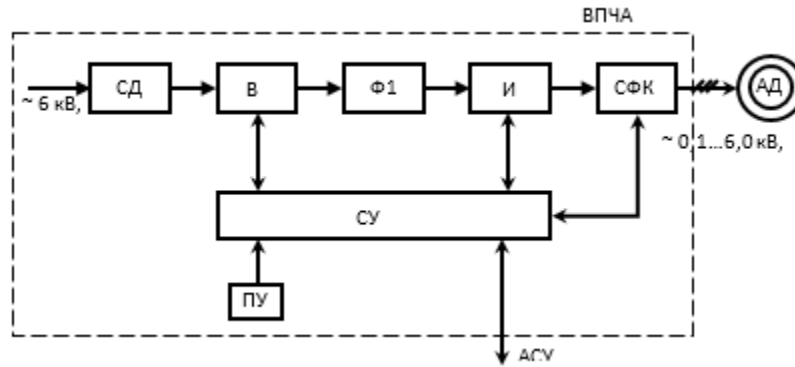


Рис. 3. Функциональная схема частотно-регулируемого асинхронного электропривода дымососа на базе ВПЧА

пряжение выпрямителе в выпрямителе В и сглаживается в промежуточном фильтре Ф1. Синусоидальное (в среднем) напряжение формируется в ВПЧА при помощи инвертора И с широтно-импульсной (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 оптимальный режим двигателя в процессе пуска при изменениях установления скорости (производительности), величина которого может задаваться либо с местного пульта, либо дистанционно из автоматизированной системы.

Основным силовым элементом высоковольтного частотно-регулируемого асинхронного электропривода является высоковольтных частотно ВПЧА, он состоит из выпрямителя, собранного из высоковольтных тиристорных

вентилей и автономного инвертора, построенного на база последовательно соединенных IGBT-модулей.

Основные номинальные технические характеристики ВПЧА:

- номинальная мощность кВт.
- напряжение питающей сети (трехфазное, переменное), 6300В.
- частота питания сети, $50 \pm 2\%$ Гц.
- напряжение питания собственных нужд, (трехфазное с нейтралью, переменное) 380 В.
- номинальное выходное напряжение, 6000 В.
- частота выходного напряжения, 5 ... 50 Гц.
- коэффициент полезного действия, 95%.

Режим работы-длительный и способ охлаждения-воздушный.

Таким образом, используя для нерегулируемого асинхронного электронного электропривода дымосос, применив частотно-регулируемый асинхронный электропривод, можно будет экономить электроэнергию примерно на 25% от потребляемой мощности дымососа.

Литература:

1. Чепель, В. П., Шур И. А. сжигание газов в топках котлов и печей и обслуживание газового хозяйства предприятий. — 7-е изд, перераб. и доп. — Л.: недра, 1980. — 591 с.
2. Хошимов, О. О., Имомназаров А. Т. Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик. Олий ўқув юртлари учун дарслик. — Т.: ЎАЖБНТ Маркази. 2004. — 115 с.
3. Имомназаров, А. Т. саноат корхоналари ва фуқаролик биноларининг электр жихозлари. Қасб-хунар коллежлари учун ўқув қўлланма. — Т.: Илм зиёси. 2006. — 168 с.
4. Хошимов, О. О., Имомназаров А. Т. электр механик тизимларда энергия тежамкорлик. Т.: 2015. — 126 с.

Эффективность существующих методов регенерации трансформаторного масла

Юсупов Дилмурод Турдалиевич, младший научный сотрудник
ООО «Научно-технический центр» АО «Узбекэнерго» (г. Ташкент, Узбекистан)

Ботиров Аббор Нуьмонович, ассистент;
Рузиев Содик Бахтиёрович, ассистент

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (Узбекистан)

В работе проведен анализ эффективности существующих методов регенерации трансформаторного масла. Предложена установка комбинированного типа, которая позволит провести очистку отработанных трансформаторных масел от воды и механических примесей. Регенерация отработанных масел на месте эксплуатируемого трансформатора, повышает надежность эксплуатации электрооборудования, и в свою очередь, работу электростанции и электрических сетей.

Ключевые слова: силовой масляный трансформатор, трансформаторное масло, регенерация, установка

Для продления срока службы силовых масляных трансформаторов проводятся диагностические обследования. Одним из таких методов являются своевременная регенерация масла трансформатора. Традиционная технология предполагает слив отработанного масла и отправку его на регенерацию. Если масло успешно регенерируется, тогда регенерированного масла заливает обратно в бак силового трансформатора. А если масло не регенерируемое, тогда масло отправляется на утилизацию и в бак силового трансформатора заливается новое масло. Как правило, сразу же после заливки регенерированного или нового масла в силовой трансформатор класс чистоты масла резко ухудшается на 1–2 класса. Например, масло 9 класса чистоты приобретает 11 класс чистоты. Это связано с попаданием в масло загрязнений, переходящих от целлюлозной изоляции.

В связи с этим, возникает вопрос не только очистки масла, но и целлюлозной изоляции силового трансформатора. Предлагаемый метод в работе [1] проводит очистку отработанного трансформаторного масла в режиме циркуляционной прокачки. Данный метод осуществляется с созданием мобильной установки и позволит провести регенерацию не только масла, а также очистку целлюлозной изоляции и сократить лишние финансовых затрат на перевозку отработанного и регенерированного (или нового) масла.

При разработке данной мобильной установки, возникает вопрос очистки отработанных трансформаторных масел от увлажнения и различных загрязнений в отдельности.

В отработанном трансформаторном масле может содержаться вода, образующаяся в процессе старения масла и изоляции, а также попадавшей из окружающей среды. В отработанном масле также может находиться различные механические примеси, являющийся нерастворенными веществами, содержащиеся в виде осадка или во взвешенном состоянии. Это — волокна, пыль, продукты растворения в масле компонентов, применяемых в конструкции трансформатора (лаков, красок и т. п.).

Технология регенерации отработанных трансформаторных масел от воды и механических примесей должна быть эффективной, экономически выгодной и малоотходной.

На основе проведенного анализа [2–4] автором предлагается таблица 1, где приводятся эффективность существующих методов регенерации отработанного масла.

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что наибольшей эффективностью, экономичностью и малоотходностью можно достичь с применением мобильной установки комбинированного типа, который включает в себя очистку и от воды и от механической примеси.

Для удаления воды можно применять вакуумную осушку. Для удаления механические примеси с крупными размерами предлагается фильтр грубой очистки, с маленькими размерами керамический фильтр [1,5]. Преимуществом керамического фильтра заключается в том, что его можно использовать несколько раз, т. е. сам фильтр является регенерируемым. Предварительный вид мобильной установки комбинированного типа приведен на рисунке 1.

Принцип работы мобильной установки таковы. Отработанное трансформаторное масло (1), имеющее в составе воды и механических примесей крупного и мелкого размера, проходит через вакуумную установку. В вакуумной установке происходит сушка отработанного трансформаторного масла, т. е. масла очищается от воды (2). Затем передается в фильтр для грубой очистки, где происходит очистка трансформаторного масла от крупных механических примесей (3). Керамический фильтр позволит очистить трансформаторного масла от мелких механических примесей даже меньше 5 мкм (4).

Выводы:

Регенерацию масла необходимо провести на месте эксплуатируемого трансформатора с применением мобильных установок, который позволит очистить также целлюлозной изоляции силового трансформатора.

Применение мобильных установок комбинированного типа позволит провести очистку отработанных трансформаторных масел от воды и механических примесей.

Регенерация отработанных трансформаторных масел на месте эксплуатируемого трансформатора, повышает надежность эксплуатации электрооборудования, и в свою очередь, работу электростанции и электрических сетей.

Таблица 1. Эффективность существующих методов регенерации отработанного масла

Наименование метода регенерации	Принцип работы	Эффективность очистки		Экономическая выгода	Наличие расходных материалов
		От воды	от механических примесей		
Отстаивание	Базируется на естественном осаждении механических примесей и воды, находящихся во взвешенном состоянии, при спокойном стоянии масла.	Удаляет частично	Удаляет частично	Имеется	Не имеется
Фильтрация	Удаления частиц, механических примесей и смолистых соединений путем пропускания масла через сетчатые или пористые перегородки фильтров.	Не удаляет	Удаляет частично	Имеется	Имеется
Центробежная сепарация	Основано на разделении различных фракций неоднородных смесей под действием центробежной силы.	Удаляет частично	Удаляет частично	Имеется	Не имеется
Вакуумирование	Основано на вакуумной обработке масла в специальной герметичной камере с целью снижения содержания влаги.	Удаляет	Не удаляет	Имеется	Не имеется
Электрофизическая очистка	Основано очистки механических примесей под воздействием электромагнитного поля и высокого напряжения.	Не удаляет	Удаляет	Имеется	Не имеется
Адсорбционная очистка	Удерживание загрязняющие масло продукты на наружной поверхности гранул и на внутренней поверхности пронизывающих гранулы капилляров.	Удаляет	Не удаляет	Имеется	Имеется

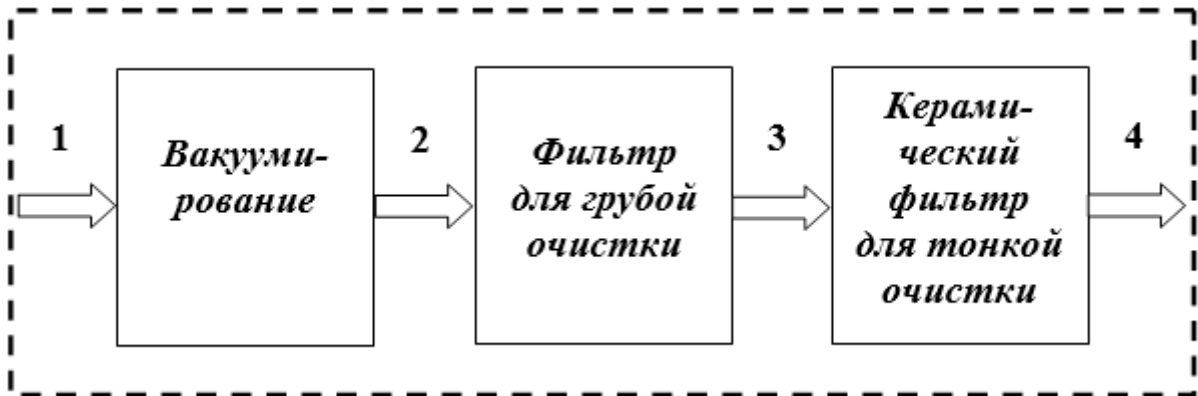


Рис. 1. Предварительный вид мобильной установки комбинированного типа: 1 — отработанное трансформаторное масло, имеющее в составе воды и механических примесей крупного и мелкого размера; 2 — трансформаторное масло, имеющее в составе механических примесей крупного и мелкого размера; 3 — трансформаторное масло, имеющее в составе механических примесей мелкого размера; 4 — регенерированное трансформаторное масло

Литература:

1. Салихов, Т. П., Кан В. В., Юсупов Д. Т. Метод циркуляционной промывки трансформаторов с использованием адсорбентов и керамических мембран// Научно-технический журнал ФерПИ. 2014. № 4. — с. 62–66.
2. Богачков, И. М., Савиных Ю. А. Способ очистки трансформаторного масла// Журнал «Нефть и газ», 2011 г., № 1, — с. 87–91.

3. Горбунов, Н. И. и др. Повышение эффективности регенерации отработанного масла // Вестник СевНТУ: сб. наук. пр. Вип. 122/2011. — С. 159–162.
4. Шуварин, Д. В. Новые технологии очистки и регенерации энергетических масел. http://www.sibdiag.ru/2015/presentation/2_11.pdf
5. Кан, В. В. Юсупов Д. Т. Очистка масляных трансформаторов с использованием мобильных установок на базе керамических мембран // Узбекский журнал Проблемы информатики и энергетики. 2014 г., № 6, — с. 85–89.

Эффективность использования новых технических систем автоматизации на кондитерских предприятиях

Юсупова Ильвира Дамировна, магистр;

Гончаров Андрей Витальевич, кандидат технических наук, зав. кафедрой
Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского

В статье представлен обзор набирающей популярность системы управления производственными процессами и ее сравнение с аналогами, лидирующих в области интегрирования данных процесса. Приведены преимущества от внедрения системы на предприятии, а также представлена предполагаемая экономическая эффективность от использования данной системы на производстве.

Ключевые слова: система управления автоматизированными производственными процессами, интегратор, контроль, эффективность управления, масштабируемость

«Минували времена, когда каждый станок, любую производственную линию можно было считать самодостаточными единицами», — говорит Мартин Райхингер, коммерческий директор подразделения Process Automation компании B&R. — Приведу всего один пример: если вы хотите обеспечить максимальную производительность предприятия и высокое качество продукции, упаковочный станок в конце линии должен координировать свою работу с загрузочным устройством в ее начале». [1]

В погоне за лидерством на рынке с каждым годом все усложняется не только рецептура самого продукта, но и конечно технологический процесс. Это вызывает бурный рост числа датчиков, которые переполняют системы управления входной информацией. При этом растущее количество приводов требует очень точных выходных данных. Поэтому, когда традиционные решения SCADA и ПЛК достигают предела своих возможностей, возникает потребность в полностью интегрированной системе, которая сможет контролировать и координировать все аспекты производства.

Еще одно требование современного рынка — гибкость. Необходимо обеспечивать возможность изменять свой продукт на лету, внося минимум настроек, только так производство сумеет удержаться на рынке. Единственный способ обеспечить такой уровень гибкости — воспользоваться полностью интегрированным решением, объединяющим управление, мониторинг и координацию всех аспектов производства на одной простой платформе.

Автоматизация предприятий, процессов и инфраструктуры с помощью APROL. Так, решить задачу по-

вышения эффективности собственного производства невозможно без получения объективной картины технических и технологических параметров производства. С решением выше указанных задач безоговорочно справляется система управления производственными процессами APROL. APROL — модульная масштабируемая система управления непрерывными процессами и производством, объединяющая нижний и верхний уровни автоматизации. Содержит все необходимые компоненты для управления, мониторинга и анализа технологических процессов. Система идеально масштабируется, будь то АСУ ТП базовой конфигурации с контроллером и промышленным ПК или сложнейшая клиент-серверная система из сотен контроллеров, десятков серверов и рабочих станций, — архитектура APROL будет великолепно соответствовать любому набору требований. Если же требования меняются, то эту построенную по модульному принципу систему можно в любое время расширить или добавить ей новые функции.

Основанный на устойчивой операционной системе Linux с открытым исходным кодом APROL обеспечивает системную безопасность, необходимую для управления критическими процессами. Для операторского уровня возможно использования OS Windows. Современная, параллельная разработка на системном уровне, удобные работа и контроль, а также бесперебойная регистрация и оценка всех хронологических производственных данных является основой для высокопроизводительной современной системы управления производственными процессами. Пользователи APROL могут воспользоваться опцией открытых интерфейсов (например, OPC, XML) и

для двунаправленной передачи данных на 2 и 3 уровнях системы. [4]

Обычно системным интеграторам приходится много работать над тем, чтобы совместить в одной системе станки и прочее оборудование от разных производителей (напр. SAP/R3, BAAN, Галактика и т. д.). Для того чтобы эти механизмы могли взаимодействовать не только между собой, но и с управляющими SCADA-системами, нужны специальные интерфейсы. APROL — полностью унифицированная архитектура.

APROL поддерживает все распространенные технологии полевой шины, позволяет подключаться к контроллерам сторонних производителей и поддерживает такие открытые стандарты, как OPC, OPC UA, PLCopen и PackML. Таким образом, полностью исключаются сложности и ошибки, связанные с программированием специальных интерфейсов.

Внедрение на предприятии системы обеспечивает достижение следующих целей и преимуществ:

- повышение эффективности управления предприятием и отдельных его структурных подразделений на основе оперативной и достоверной информации;
- создание информационного инструмента для обнаружения и использования источников экономии производственных и непроизводственных затрат и создание основы для принятия управленческих решений высокого качества;
- снижение влияния человеческого фактора при подготовке и принятии управленческих решений;
- эффективные и масштабируемые CPU;
- экономичность стандартных продуктов;
- проверенные качество и стабильность, простое, быстрое определение и выбор элементов системы, быстрая поставка дополнительных компонентов и запасных частей, доступность компонентов во всем мире.
- все элементы системы, включая системное программное обеспечение и удовлетворяют самым жестким требованиям к качеству (сертификат ISO 9001, маркировка CE, маркировки UL и CUL, стандарты IEC61131).

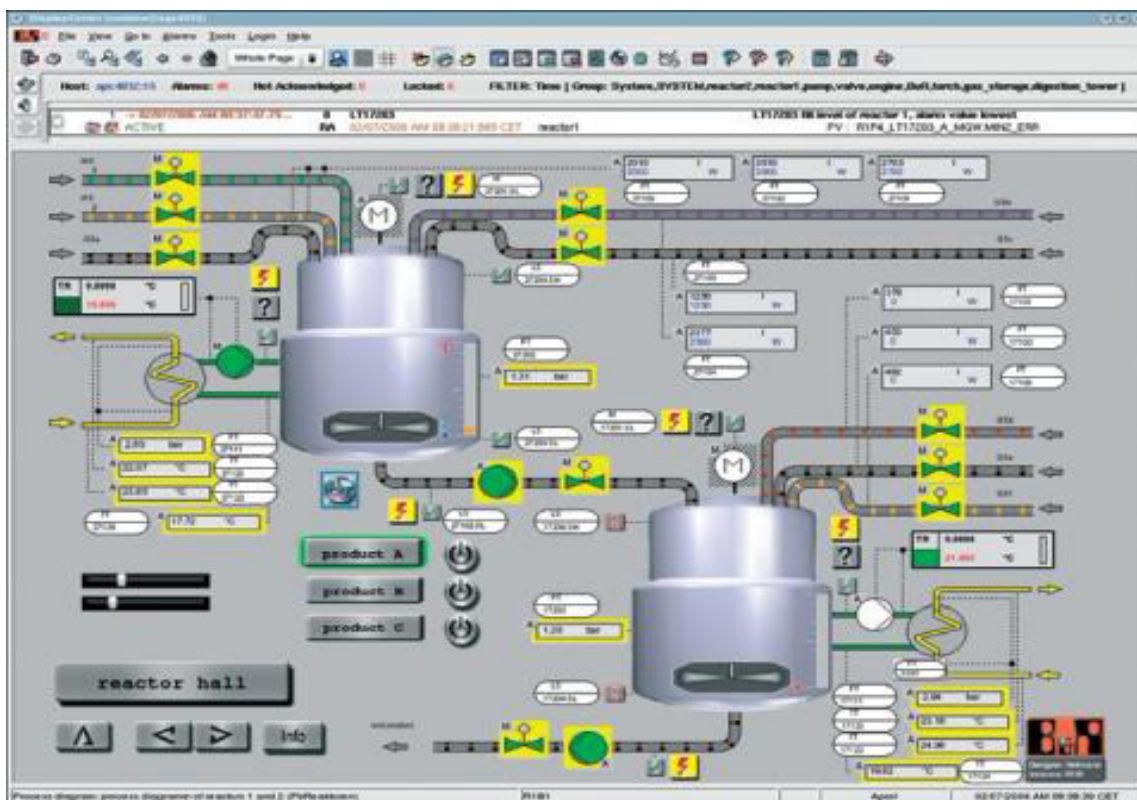


Рис. 1. APROL — система управления производственными процессами

Любая автоматизация на производстве — это повышение производительности, качества и как следствие прибыли. Производительность напрямую зависит от рационального использования всех ресурсов на предприятии. Рассмотрим для примера кондитерскую промышленность.

Кондитерская промышленность представляет собой индустриальное производство с высоким уровнем технологии, техники, мощным энергетическим хозяйством. При управлении этим процессом имеется ряд трудностей.

Отсутствие контроля гранулометрического состава используемого сахара приводит к тому, что при управлении реализуются заведомо не оптимальные режимы: сахар растворяется в избыточном количестве воды и большой длительности процесса в диссольтере, что приводит к перерасходу греющего пара и росту себестоимости продукции.

Когда речь заходит о повышении производительности, то первым шагом к этому будет анализ того, где,

когда и как на самом деле расходуется энергия. Программа APROL EnMon предназначена для сбора всех актуальных данных об энергии и составления всеобъемлющих отчетов, предоставляющих оценку и объяснение такого расхода энергии. Эта просто интегрируемая готовая программа, устанавливаемая на промышленных ПК Automation PC 910, позволяет легко соответствовать стандарту ISO 50001. Программа APROL EnMon помогает значительно сократить расход энергии и усилить конкурентоспособность ее пользователей за счет экономии финансовых средств.

Непрерывная регистрация потребления всех видов энергии APROL EnMon ведет мониторинг потребления не только электроэнергии, но и других ресурсов:

- Электрическая энергия;
- Отопительный газ;
- Пар;
- Сжатый воздух;
- Вода.

Вся информация об энергопотреблении регистрируется сверхкомпактными модулями ввода/вывода X20. Модуль измерения энергии X20AP подсчитывает потребление электроэнергии по фазам и в сумме, регистрирует чередование фаз, измеряет активную, реактивную и полную мощность, ток в нейтральном проводнике, частоту и гармоники.

Аналоговые сигналы измерения объемного/массового расхода Модуль аналогового ввода X20AI используется для ввода аналоговых сигналов, поступающих с аналоговых выходов измерительных приборов (например, сигналов уровня расхода).

Снятие показаний счетчиков объемного/массового расхода Интерфейсный модуль X20CS с встроенным ведущим устройством шины M-Bus позволяет подключить до 250 ведомых модулей M-Bus (газовых и водомерных счетчиков, электросчетчиков, тепломеров, счетчиков импульсов). При отсутствии счетчиков данные о потребленной энергии (или расчетные значения), тарифы и тарифные периоды могут вводиться вручную с передней панели.

Сначала стоит сравнить производительность всех машин. Задача, часто довольно трудоемкая, программы APROL PDA (Process Data Acquisition — сбор технологических данных) заключается в записи технологических данных на всех этапах производства. Отдельные машины быстро реагируют на отклонения в производственных параметрах, компенсируя их или останавливая производство. Система централизованно и безостановочно помещает все данные в архив, в котором они хранятся так долго, как это необходимо. Такой метод позволяет не только в любое время проверить качество производственного процесса, но и повысить конкурентоспособность в целом.

Литература:

1. <http://isup.ru/articles/5/8368/>
2. <https://www.br-automation.com>
3. Благовещенский, И. Г — Автоматизированная экспертная система контора в потоке показателей качества помадных конфет
4. <http://entas.ru/content/aprol>
5. <http://asutp.ru/>
6. <https://www.br-automation.com>

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал
Выходит еженедельно

№ 24 (158) / 2017

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.
Кошербаева А. Н.
Кузьмина В. М.
Курпаяниди К. И.
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)
Кошербаева А. Н. (Казахстан)
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)
Шуклина З. Н. (Россия)

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 28.06.2017. Тираж 500 экз.

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