

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

Учёный

международный научный журнал

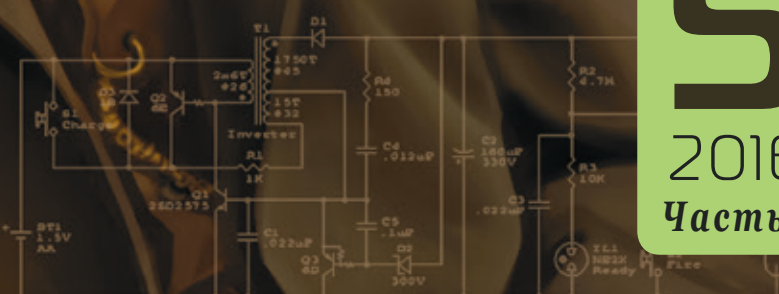


МОМЕНТАЛЬНЫМИ
РУЧНЫМИ КАМЕРАМИ

Съ указаниемъ изготовления чувствительныхъ къ
цвѣтамъ пластинъ. (Изо-пластинъ).

художественная
ФОТО-МЕХАНИЧЕСКІЯ МАСТЕРСКІЯ
С. М. ПРОКУДИНЪ-ГОРСКАГО.

С.-Петербургъ, Б. Подъячская, 22.
Телефонъ 1118.



5
2016
Часть I

16+

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 5 (109) / 2016

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

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

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

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

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 1.04.2016. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

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

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

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

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

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

Международный редакционный совет:

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

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

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

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

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

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

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

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

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

На обложке изображен Сергей Михайлович Прокудин-Горский (1863–1944) — русский фотограф, химик, изобретатель, издатель, педагог и общественный деятель.

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.

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Гульманов Н. К., Айкеев С. С., Асетов А. А. Обобщение одной из основных задач аналитической геометрии	1
--	---

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абдулжаев Х. Г., Соатов Ш. А., Холмирзаев Ф. Т. Обоснование угла наклона к горизонту тяги ротационного рыхлителя орудия для предпосевной обработки гребней.....	6
Алехин С. Н., Лемешко М. А., Плескачев В. Н. Система управления температурно-влажностными характеристиками «нулевой зоны» бытового холодильника	10
Аниканов А. Н. Обследование и оценка технического состояния строительных конструкций здания котельной.....	12
Бафаев Д. Х. Повышение эффективности прямоточных одноступенчатых волокноочистительных машин	14
Бафаев Д. Х. Алмазное выглаживание поверхностного слоя деталей машин и выбор оптимального режима выглаживания	16
Бехбудов Ш. Х., Нутфуллаева Л. Н., Нутфуллаева Ш. Н., Салихова М. Изучение характеристик влажно-тепловой обработки и методы их контроля.....	18
Валова В. Ю., Меркулова Н. В. Способы обеспечения пожарной безопасности высотных зданий	21

Вардияшвили А. А., Мурадов М. О., Вардияшвили А. А., Зохилова Ш. М., Каров Б. Х. Аккумуляция энергии солнца Мировым океаном	23
Гаппаров Х. Г., Гафурова Н. Т., Давронов Ж. Г., Жураев Д. Д. Разработка механизма прижатия материалов путём применения гидроприводов на швейных агрегатах	26
Гаффаров Х. Р. Тяговое сопротивление бокового рабочего органа рыхлительной машины	29
Гаффаров Х. Р. От чего зависят качественные и энергетические показатели работы машин и орудий для глубокой обработки почвы?.....	31
Гришкова Д. Ю. Расчет вероятности отказа проектируемого складского комплекса.....	32
Зайцев Г. И. Применение активных методов обучения на занятиях по специальности «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно- компрессорных машин и установок» (по отраслям)	36
Исмаилов Ф. Б. Эффективный метод восстановления изношенных поверхностей деталей	38
Каландаров Н. О., Жураев Л. Ж. Обоснование критериев оценки пригодности труб к повторному применению	40
Курбанова Н. М., Суллийев М. А., Раббимов У. Ш. Перспективы использования возобновляемых источников энергии в Узбекистане	42

Кяримов Р. В., Царёв Н. В. Анализ информационной безопасности иммобилайзеров45	Ташпулатов С. Ш., Бехбудов Ш. Х., Нутфуллаева Л. Н., Юлдошева С. Р. Изучение влияния автоматизации на качество выполнения технологических операций79
Махмудов И. Э., Мадалиев Ф. Э. Механизмы для измерения расхода воды в открытых каналах48	Тихонов П. А. Измерение угла поворота диска с помощью энкодера и микроконтроллера Atmega16A.....82
Морозова И. Н. Скоростные железнодорожные магистрали..... 51	Ульянов А. В., Коваленко М. В. Использование СПК207 для управления привода ОВЕН ПЧВЗ по протоколу Modbus RTU86
Муртазаев А. М., Муминов Р. С., Мукольянц А. А., Мкртчян Г. Б., Ходжаев А. Ж., Ёдгоров С. Т. Проблемы и пути решения вскрытия продуктивного горизонта при аномалиях54	Уришев Б. У., Бейтуллаева Р. Х., Умиров А. П. Основные параметры гидроаккумулирующей электрической станции малой мощности92
Мусаев С. С., Жураев К. А. Разработка комплексных показателей качества для материалов низа обуви57	Фозилов С. Ф., Очилов У., Хожиева Р. Б., Нуриллаева З. В. Адсорбционная очистка нефтяных масел.....95
Нутфуллаева Л. Н., Нутфуллаева Ш. Н., Сайитова У. С., Ходжаева О. Изучение процесса влажно-тепловой обработки тканей..... 60	Хасанов А. Р., Юрьева Л. В., Матвеева Н. А. The usage of dry extracts of fruit and berries, enriched in flavonoids as preservatives in the beverage for the special purpose to reduce the risks of cardiovascular disease..... 97
Олимов М., Шокиров Д. А. К расчету пластин переменной жесткости.....62	Хоанг Куанг Лыонг Исследование рабочих процессов судовых дизелей при различных способах смесеобразования.....99
Сапронов О. А., Токарев Д. А., Китаев О. О. Результаты экспертного обследования технологического трубопровода природного газа с содержанием 4% водорода.....69	Чурикова Л. А., Сулейменов А. К. Выбор и обоснование критериев оценки степени опасности дефектов нефтепроводов..... 104
Сигайлов М. В., Манин О. А., Матвеевцев В. Е., Кафтанов П. Е. Оценка и прогнозирование остаточного срока службы стальных газопроводов в условиях деформационного старения74	Шокиров А. А., Каршиева Н. Х., Юсупова Ф. Р. Энергосберегающая технология подачи воды из перфораций вдоль пути увлажнителя..... 107
Ташматов Х. К., Музафаров А. Р., Раббимов У. Ш. Перспективы применения АСУ ТП в гидроэлектрических станциях Республики Узбекистан 77	Янгиев А., Гайимназаров И. Х., Хазратов А. Н., Норбоев А. Э. Hydraulic resistances in tangential swirler of vertical shaft spillway with air intake conditions 109

МАТЕМАТИКА

Обобщение одной из основных задач аналитической геометрии

Гульманов Нуртай Кудайбергенович, учитель математики;

Айкеев Саркыт Садыханович, учитель математики;

Асетов Алибек Асенович, учитель математики

Назарбаев Интеллектуальная школа химико-биологического направления г. Караганды (Казахстан)

Как известно, если даны координаты концов отрезка, то можно найти координаты точки, лежащей на данном отрезке и делящей этот отрезок в данном отношении [1]. Возникает вопрос: можно ли найти уравнение прямой, делящей площадь прямоугольника в данном отношении? Данная статья затрагивает этот вопрос. Исследование данного вопроса привело к рассмотрению его в трех случаях. Во всех трех случаях мы будем рассматривать прямоугольник с вершинами в точках $A(x_1, y_1)$, $B(x_2, y_2)$, $C(x_3, y_3)$, $D(x_4, y_4)$.

1 случай. Найдем уравнение прямой, параллельной паре сторон AB и CD и делящей площадь прямоугольника в данном отношении.

Построим на координатной плоскости прямоугольник $ABCD$ (рис. 1).

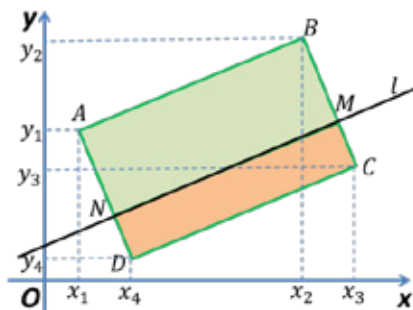


Рис. 1.

Проведем прямую l так, чтобы она удовлетворяла следующим условиям (рис. 1):

- 1) была параллельна сторонам прямоугольника AB и CD ;
- 2) пересекала другие две стороны в точках M и N так, чтобы

$$\frac{S_{ABCD}}{S_{MCDN}} = \lambda.$$

Тогда имеем, что

$$BM + MC = BC \text{ и } AN + ND = AD.$$

Построив данную прямую, мы поделили прямоугольник $ABCD$ на прямоугольники $ABMN$ и $MCDN$.

$$S_{ABCD} = AB \cdot BM \text{ и } S_{MCDN} = DC \cdot MC.$$

По свойству прямоугольника его противоположные стороны равны, т. е. $AB = DC$, следовательно

$$S_{MCDN} = AB \cdot MC.$$

По условию $\frac{S_{ABCD}}{S_{MCDN}} = \lambda$, т. е. $\frac{AB \cdot BM}{AB \cdot MC} = \frac{BM}{MC} = \lambda$. Из этого вытекает, что мы можем найти координаты точки

M по формуле деления отрезка в данном отношении.

$$M\left(\frac{x_2 + \lambda x_3}{1 + \lambda}; \frac{y_2 + \lambda y_3}{1 + \lambda}\right).$$

Так как прямая MN параллельна сторонам прямоугольника, то и угловой коэффициент k этой прямой будет такой же, как и у прямых, проходящих через эти параллельные стороны, т. е. $k = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$.

Итак, мы имеем угловой коэффициент и координаты одной точки искомой прямой. Тогда мы можем составить искомое уравнение:

$$y - \frac{y_2 + \lambda y_3}{1 + \lambda} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \left(x - \frac{x_2 + \lambda x_3}{1 + \lambda}\right).$$

В частности, если $\lambda = 1$, т. е. при делении площади прямоугольника $ABCD$ пополам (когда прямая проходит через точку пересечения диагоналей), получаем уравнение

$$y - \frac{y_2 + y_3}{2} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \left(x - \frac{x_2 + x_3}{2}\right).$$

2 случай. Найдем уравнение прямой, непараллельной сторонам, пересекающей противоположные стороны прямоугольника и делящей площадь прямоугольника в данном отношении.

Построим на координатной плоскости прямоугольник $ABCD$ (рис. 2).

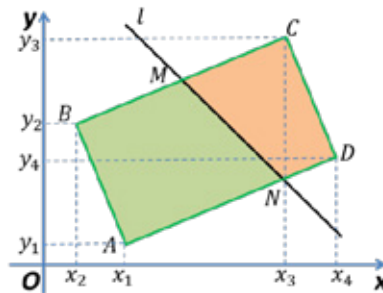


Рис. 2.

Проведем прямую l так, чтобы она удовлетворяла следующим условиям (рис. 2):

- 1) была непараллельной сторонам прямоугольника;
- 2) пересекала другие стороны BC и AD соответственно в точках M и N так, чтобы

$$\frac{S_{ABCD}}{S_{MCDN}} = \lambda.$$

Четырехугольники $ABMN$ и $MCDN$ являются прямоугольными трапециями, так как имеют пару параллельных сторон. Эти трапеции имеют также одинаковые высоты. Площадь трапеции определяется произведением полусуммы оснований на высоту трапеции, т. е. произведением средней линии на высоту (рис. 3). Тогда

$$S_{ABMN} = \frac{BM + AN}{2} \cdot AB; \quad S_{MCDN} = \frac{MC + ND}{2} \cdot AB.$$

$$\frac{S_{ABMN}}{S_{MCDN}} = \frac{\frac{BM + AN}{2} \cdot AB}{\frac{MC + ND}{2} \cdot AB} = \frac{BM + AN}{MC + ND} = \frac{PQ}{QR} = \lambda,$$

где PQ и QR — средние линии трапеций.

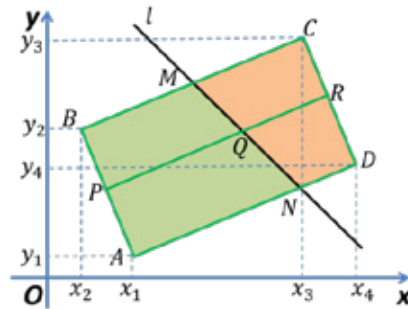


Рис. 3.

Точки P и R являются серединами сторон AB и CD . Поэтому координаты этих точек можно найти, как середины отрезков, а именно:

$$x_P = \frac{x_2 + x_1}{2}; y_P = \frac{y_2 + y_1}{2};$$

$$x_R = \frac{x_3 + x_4}{2}; y_R = \frac{y_3 + y_4}{2}.$$

Так как $\frac{PQ}{QR} = \lambda$, то координаты точки Q можно найти следующим образом:

$$x_Q = \frac{x_P + \lambda \cdot x_R}{1 + \lambda}; y_Q = \frac{y_P + \lambda \cdot y_R}{1 + \lambda}$$

Итак, мы нашли координаты точки, лежащей на искомой прямой. Осталось найти ее угловой коэффициент. Для этого докажем следующее утверждение.

Проведем через точку Q прямую, параллельную сторонам AB и CD (рис. 4). Докажем, что отношение площадей получившихся прямоугольников $ABKL$ и $KCDL$ равно отношению площадей трапеций $ABMN$ и $MCDN$, т. е.

$$\frac{S_{ABKL}}{S_{KCDL}} = \frac{S_{ABMN}}{S_{MCDN}} = \lambda.$$

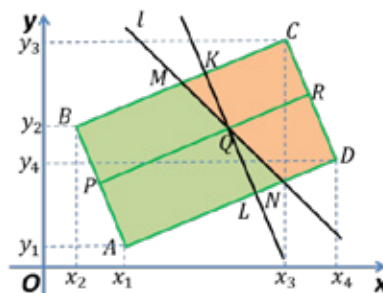


Рис. 4.

Треугольники ΔMQL и ΔLQN равны по двум сторонам и углу между ними, а значит они равновелики. Отсюда следует, что $S_{ABKL} = S_{ABMN}$, $S_{KCDL} = S_{MCDN}$. А это и доказывает, что $\frac{S_{ABKL}}{S_{KCDL}} = \frac{S_{ABMN}}{S_{MCDN}} = \lambda$.

Из выше сказанного можно сделать следующий вывод. Какую бы прямую через Q мы не провели, отношение площадей получившихся трапеций будет равно отношению площадей прямоугольников $ABKL$ и $KCDL$. Т. е., выбирая любой угол между прямыми MN и KL так, чтобы условия для l были выполнены, отношение площадей получившихся трапеций не меняется. Скажем, пусть угол между прямыми MN и KL равен α .

Угловой коэффициент k_2 прямой KL такой же, как и у прямой AB , так как они параллельны:

$$k_2 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}.$$

Угол между двумя прямыми определяется с помощью следующей формулы:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{k_2 - k_1}{k_1 k_2 + 1}.$$

где k_1 — угловой коэффициент прямой MN . Отсюда с помощью небольших преобразований находим:

$$k_1 = \frac{k_2 - c}{\operatorname{tg} \alpha \cdot k_2 + 1}.$$

Итак, искомая нами прямая определяется следующим образом:

$$y - \frac{y_P + \lambda y_R}{1 + \lambda} = \frac{k_2 - c}{\operatorname{tg} \alpha \cdot k_2 + 1} \left(x - \frac{x_P + \lambda x_R}{1 + \lambda} \right).$$

В частности, если $\lambda = 1$, т. е. при делении площади прямоугольника $ABCD$ пополам (когда прямая проходит через точку пересечения диагоналей), получается

$$y - \frac{y_P + y_R}{2} = \frac{k_2 - c}{\operatorname{tg} \alpha \cdot k_2 + 1} \left(x - \frac{x_P + x_R}{2} \right).$$

3 случай. Найдем уравнение прямой, непараллельной сторонам, пересекающей смежные стороны прямоугольника и делящей площадь прямоугольника в данном отношении.

Построим на координатной плоскости прямоугольник $ABCD$ (рис. 5).

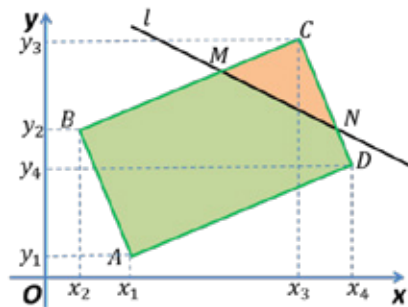


Рис. 5.

Проведем прямую l так, чтобы она удовлетворяла следующим условиям (рис. 5):

- 1) была непараллельной сторонам прямоугольника;
- 2) пересекала другие стороны BC и CD соответственно в точках M и N так, чтобы

$$\frac{S_{ABMND}}{S_{MCN}} = \lambda.$$

Сделаем следующие преобразования.

$$\frac{S_{ABMND}}{S_{MCN}} = \frac{S_{ABCD} - S_{MCN}}{S_{MCN}} = \frac{S_{ABCD}}{S_{MCN}} - 1 = \frac{BC \cdot CD}{\frac{1}{2} \cdot MC \cdot CN} - 1 = 2 \cdot \frac{BC}{MC} \cdot \frac{CD}{CN} - 1 = \lambda.$$

Отсюда получаем

$$\frac{BC}{MC} \cdot \frac{CD}{CN} = \frac{\lambda + 1}{2}$$

Либо

$$\frac{BC}{MC} \cdot \frac{CD}{CN} = \frac{BM + MC}{MC} \cdot \frac{CN + ND}{CN} = \frac{\lambda + 1}{2} \Rightarrow \left(\frac{BM}{MC} + 1 \right) \cdot \left(\frac{ND}{CN} + 1 \right) = \frac{\lambda + 1}{2}.$$

Введем следующие обозначения. Пусть

$$\frac{BM}{MC} = \tau; \frac{ND}{CN} = \rho.$$

Тогда мы получили уравнение с двумя переменными τ и ρ :

$$(\tau + 1) \cdot (\rho + 1) = \frac{\lambda + 1}{2}.$$

Это уравнение относительно τ и ρ имеет бесконечно много корней. С помощью этого уравнения при фиксированном ρ можно найти τ при следующих условиях (условия вытекают из предыдущего уравнения):

$$\lambda \geq 1; \rho \leq \frac{\lambda - 1}{2}; \tau \leq \frac{\lambda - 1}{2}.$$

Итак, координаты точек M и N определяются следующим образом.

$$x_M = \frac{x_2 + \tau \cdot x_3}{1 + \tau}; y_M = \frac{y_2 + \tau \cdot y_3}{1 + \tau};$$

$$x_N = \frac{x_4 + \rho \cdot x_3}{1 + \rho}; y_N = \frac{y_4 + \rho \cdot y_3}{1 + \rho}.$$

Значит, искомая наша прямая l будет определяться следующим образом:

$$\frac{x - x_M}{x_N - x_M} = \frac{y - y_M}{y_N - y_M}.$$

В частности, если $\lambda = 1$ (при этом $\rho = 0$, $\tau = 0$), т. е. при делении площади прямоугольника $ABCD$ пополам, то прямая l пройдет через диагональ BD .

Литература:

1. Бескин, Н. М. Деление отрезка в данном отношении./Бескин Н. М. — М.: Наука, 1973. — С. 64

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Обоснование угла наклона к горизонту тяги ротационного рыхлителя орудия для предпосевной обработки гребней

Абдулхаев Хуршед Гафурович, младший научный сотрудник
Узбекский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (Узбекистан)

Соатов Шароф Анварович, ассистент;
Холмирзаев Фаррух Тулкин угли, студент
Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

В статье приведены результаты проведенных теоретических исследований по обоснованию угла наклона к горизонту тяги, соединяющей ротационный рыхлитель со стойкой рыхлительной лапы орудия для предпосевной обработки гребней.

Ключевые слова: орудие для предпосевной обработки гребней, рама, рыхлительные лапы, ротационные и зубовые рыхлители, тяга, угол наклона к горизонту тяги, длина тяги, нажимная пружина, сила давления нажимной пружины, масса ротационного рыхлителя.

Актуальность темы. Возделывание хлопчатника по гребневым технологиям в условиях Республики Узбекистан с каждым годом получает большое признание. Повышенная температура почвы на гребнях, лучшая аэрация, а также оптимальная плотность почвы создают благоприятные условия для получения ранних и дружных всходов, а также роста и развития растений.

Как правило, гребни для возделывания хлопчатника нарезают осенью, а весной сначала производится предпосевная обработка, а затем осуществляется сев семян хлопчатника на их вершину [1].

В настоящее время предпосевная обработка гребней осуществляется весной навесными зубовыми боронами в агрегате с пропашными тракторами. Однако они не обеспечивают обработку их по всему профилю, в результате не достигается полное уничтожение сорняков и почвенной корки. Кроме того, применение зубовых борон приводит к разрушению вершин гребней и уменьшению их высоты, что снижает эффективность возделывания сельскохозяйственных культур на гребнях.

Цель исследований — разработка орудия для предпосевной обработки гребней по всему профилю.

Материалы и методы. Исходя из вышеизложенного нами разработано новое орудие для предпосевной обработки гребней перед севом [2], содержащее раму с навеской (рис. 1), рыхлительные лапы, установленные за ними ротационные рыхлители в виде планчатых конических катков и размещенные между ними зубовые рыхлители. Рыхлительные лапы к раме присоединены жестко, а ротационные и зубовые рыхлители — шарнирно, соответственно, посредством тяг и параллелограммных механизмов.

В процессе работы рыхлительные лапы разрыхляют дно борозд между гребнями, ротационные и зубовые рыхлители обрабатывают соответственно откосы и вершины гребней, копируя их неровности. Благодаря этому обеспечивается обработка гребней по всему профилю без огрехов создавая мелкокомковатый разрыхленный слой, способствующий сохранению влаги, и полное уничтожение всходов сорных растений.

В данной статье приведены результаты теоретических исследований по обоснованию угла наклона к горизонту тяги (см. рис. 1 и 2), соединяющей ротационный рыхлитель со стойкой рыхлительной лапы разработанного орудия для предпосевной обработки гребней.

Результаты исследований. Пользуясь схемами, приведенными на рис. 2, определяем силы давления P_d ротационного рыхлителя на почву при различных углах наклона тяги к горизонту:

- а) в процессе работы тяга наклонена вверх (рис. 2, а), т. е. $\alpha > 0^\circ$.
- в) тяга наклонена вниз (рис. 2, в)

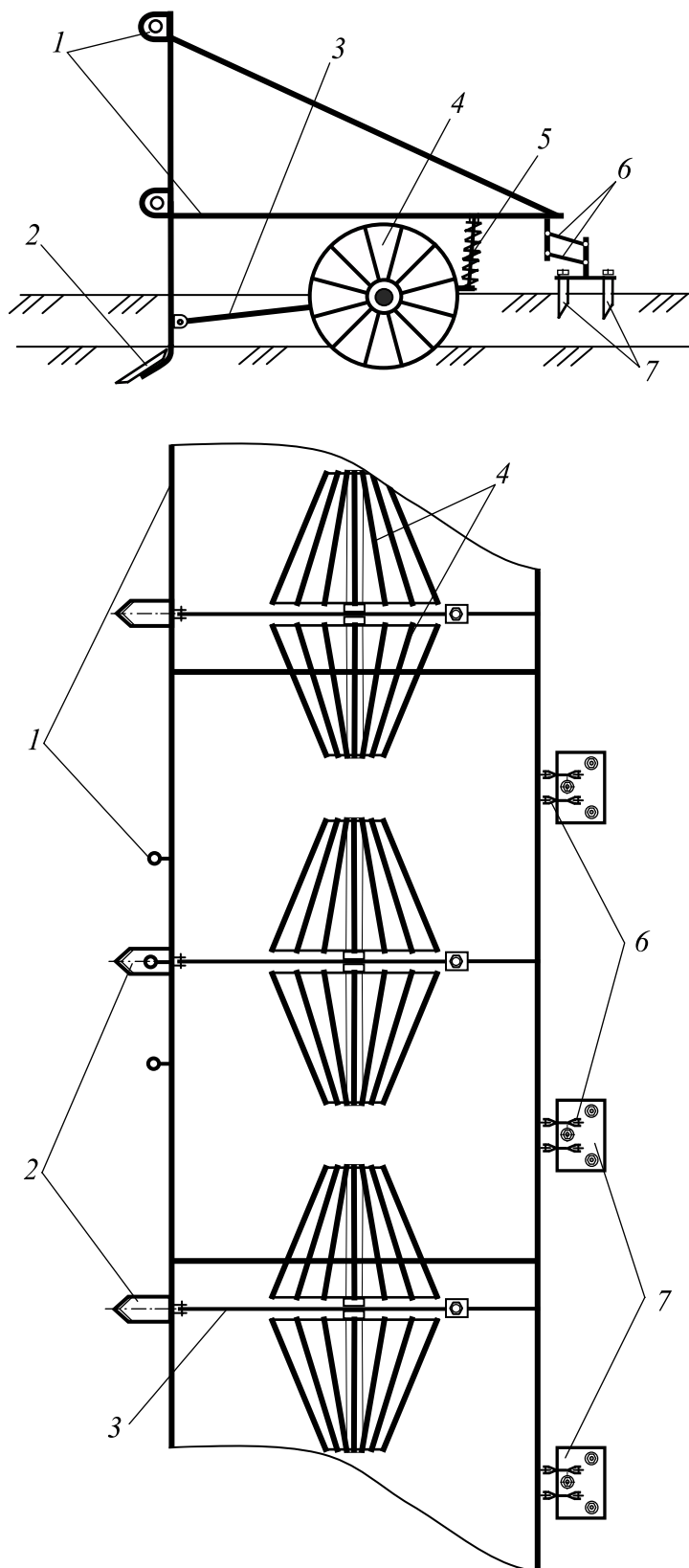


Рис. 1. Разработанное орудие для предпосевной обработки гребней: 1 — рама с навесным устройством; 2 — рыхлительная лапа со стойкой; 3 — тяга; 4 — ротационный рыхлитель; 5 — нажимная пружина; 6 — параллелограммные механизмы; 7 — зубовой рыхлитель

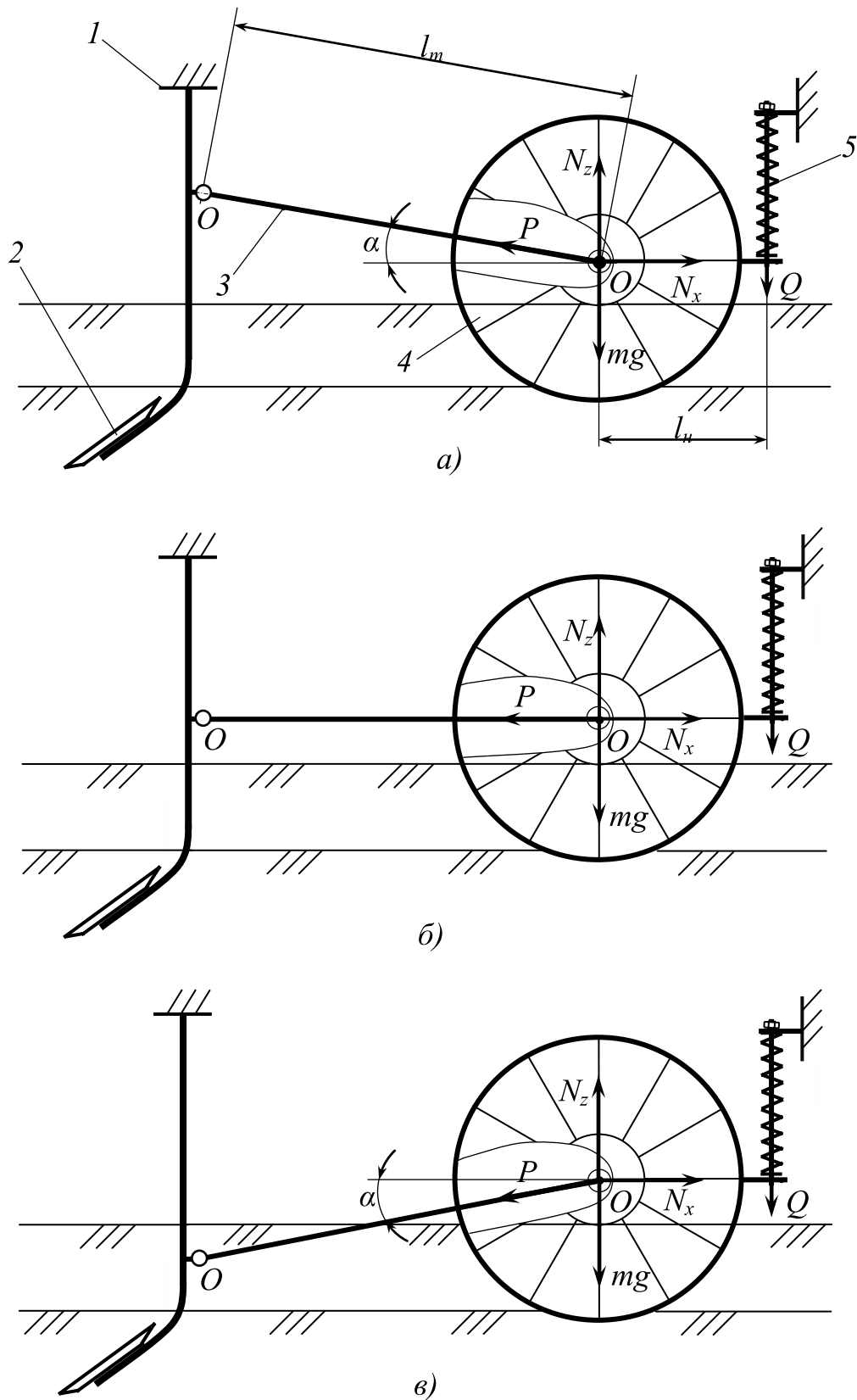


Рис. 2. Схема к обоснованию угла наклона к горизонту тяги, соединяющей ротационный рыхлитель со стойкой рыхлительной лапы: 1 — рама; 2 — рыхлительная лапа со стойкой; 3 — тяга; 4 — ротационный рыхлитель; 5 — нажимная пружина

$$P_{\delta} = N_z = mg + Q \left(1 + \frac{l_n}{l_m \cos \alpha} \right) - P \sin \alpha, \quad (1)$$

где N_z — вертикальная составляющая силы реакции почвы на ротационный рыхлитель;

m — масса ротационного рыхлителя;

g — ускорение свободного падения;

Q — сила давления нажимной пружины;

l_n — расстояние по горизонтали от оси вращения ротационного рыхлителя до точки приложения силы давления пружины;

l_m — длина тяги ротационного рыхлителя;

α — угол наклона тяги к горизонту;

б) тяга расположена горизонтально (рис. 2, б)

$$P_{\delta} = mg + Q \left(1 + \frac{l_n}{l_m} \right); \quad (2)$$

в) тяга наклонена вниз (рис. 2, в)

$$P_{\delta} = mg + Q \left(1 + \frac{l_n}{l_m \cos \alpha} \right) + P \sin \alpha. \quad (3)$$

Из анализа выражений (1) — (3) следует, что сила давления ротационного рыхлителя на почву, а следовательно, показатели его работы (равномерность глубины рыхления почвы откосов гребней, качество ее крошения, степень уничтожения всходов сорняков) в значительной степени зависит от угла наклона тяги к горизонту.

В первом случае, т. е. когда тяга наклонена вверх, вертикальная составляющая $P \sin \alpha$ силы тяги P стремится поднимать ротационный рыхлитель вверх и в результате уменьшается сила давления его на почву. Это приводит к уменьшению глубины обработки и ухудшению качества рыхления почвы, а также снижению степени уничтожения всходов сорняков.

Во втором случае, т. е. при $\alpha=0^\circ$ сила давления ротационного рыхлителя на почву от силы тяги не зависит и равна она вертикальной силе, создаваемой на оси ротационного рыхлителя его весом и силой давления нажимной пружины.

В последнем случае, т. е. когда тяга наклонена вниз, вертикальная составляющая силы тяги прижимает ротационный рыхлитель к откосам гребней. В результате повышается сила давления ротационного рыхлителя на почву, а следовательно показатели его работы улучшается.

Выводы. Из результатов проведенных исследований следует, что угол наклона к горизонту тяги, соединяющей ротационный рыхлитель разработанного орудия со стойкой его рыхлительной лапы, оказывает существенное влияние на качество обработки откосов гребней.

Рекомендации. Для обеспечения качественной обработки почвы на откосах гребней тяга, соединяющая ротационный рыхлитель орудия со стойкой его рыхлительной лапы, в процессе работы должна занимать горизонтальное положение или положение с наклоном вниз.

Литература:

1. Типовые технологические карты по возделыванию основных сельскохозяйственных культур на 2011–2015 годы. — Ташкент: Hilol Media, 2011. — 80 с.
2. Устройство для обработки гребней и борозд между ними: пат. № FAP 00753 РУз., МПК 8 A01B 21/00/Тухтакузиев А., Абдулхаев Х. Г. № 20120051; заявл. 03.05.2012; опубл. 28.09.2012, Бюл. № 9. 48 с.

Система управления температурно-влажностными характеристиками «нулевой зоны» бытового холодильника

Алехин Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент;
Лемешко Михаил Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Плескачев Владимир Николаевич, аспирант

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета в г. Шахты

Одним из важных направлений развития современной бытовой холодильной техники является расширение спектра функциональных возможностей при обеспечении высоких показателей качества и технико-эксплуатационных характеристик.

Так, в современных моделях бытовых холодильников все более широкое применение находит функция хранения охлаждённых продуктов при температурах, близких к нулю. Зоны холодильной камеры, предусмотренные для реализации данной функции, в разных моделях, а также в зависимости от вида продуктов (животного или растительного происхождения), носят различное название («нулевая зона», «зона свежести», «зона Biofresh» и другие) (далее — «нулевая зона») [3, 4]. Однако, функциональное назначение температурной обработки продуктов в «нулевой зоне» остаётся одинаковым — обеспечить качественное и долгосрочное хранение продуктов без их замораживания.

Как показал предварительный анализ температурно-влажностных характеристик «нулевых зон», приведённый в работе 1, современные конструкции бытовых холодильных приборов не позволяют обеспечить требуемые диапазоны температуры и влажности в «нулевых зонах» холодильной камеры. Это объясняется рядом конструктивных недоработок как самих схем подачи холодного воздуха в «нулевую зону», так и устройств, обеспечивающих требуемую влажность [1, 3, 4].

Так, управляющее устройство системы подачи воздуха регулирует потоки подаваемого в «нулевую зону» воздуха на основе сигналов датчиков температуры и влажности, установленных непосредственно в «нулевой зоне», то есть по их фактическим значениям, характеризующих текущее состояние воздуха в «нулевой зоне», которое в данный момент уже может не соответствовать требуемым параметрам. То есть, существенным недостатком известных систем подачи воздуха в «нулевую зону» является недостаточность управления данным процессом, а также невысокая степень и длительный период отклика адекватного реагирования на изменение температурно-влажностных характеристик воздуха в «нулевой зоне», что приводит к «инерционности» реагирования системы и значительному, недопустимому разбросу фактических значений температуры и влажности в «нулевой зоне». Следовательно, необходим опережающий контроль значений температуры и влажности, что позволит системе подачи воздуха заранее реагировать на возможные изменения в «нулевой зоне» [2, 5].

Такие изменения температурно-влажностных характеристик могут быть вызваны следующими основными причинами:

- открытие дверей шкафа холодильника или дверцы «нулевой зоны»;
- дополнительное выделение или поглощение влаги из воздуха продуктами, размещёнными в «нулевой зоне»;
- изменение температурно-влажностных характеристик окружающего воздуха;
- наличие пауз в циклической работе компрессора холодильного прибора;
- изменение настройки терморегулятора холодильника или «нулевой зоны» потребителем;
- размещение или укладка продуктов в «нулевой зоне».

Авторами данной публикации были разработаны система и способ регулирования температурно-влажностных характеристик «нулевой зоны», позволяющие в основном устранить имеющиеся недостатки конструкций холодильных приборов, приведённые выше, либо снизить их негативное влияние.

Принципиальная схема управления температурно-влажностными характеристиками показана на рис. 1.

Рассмотрим работу системы управления температурно-влажностными характеристиками «нулевой зоны» для условий циклической работы компрессора холодильника.

В течение всего времени циклической работы холодильного прибора (в период паузы и в период работы компрессора) управляющее устройство УУ непрерывно производит оценку значений температур и влажности на всём пути движения потоков воздуха в «нулевую зону» и через неё на основе сигналов от датчиков температуры и влажности (рис. 1). В момент времени окончания паузы в циклической работе компрессора управляющее устройство УУ анализирует температурно-влажностные характеристики воздуха в «нулевой зоне» и на основании этого делает выводы о режиме работы системы.

Так, после паузы, обычно, необходимо некоторое понижение температуры в «нулевой зоне». Для этого в неё подают холодный воздух от источника холодного воздуха, в качестве которого используется, чаще всего, испаритель холодильника. Однако, при этом, безусловно, будет изменяться и влажность воздуха в «нулевой зоне». Поэтому, для обеспечения требуемых температурно-влажностных параметров необходимо отдельное регулирование влажностью и температурой воздуха, подаваемого в «нулевую зону». Для этого предлагается поток холодного воздуха,

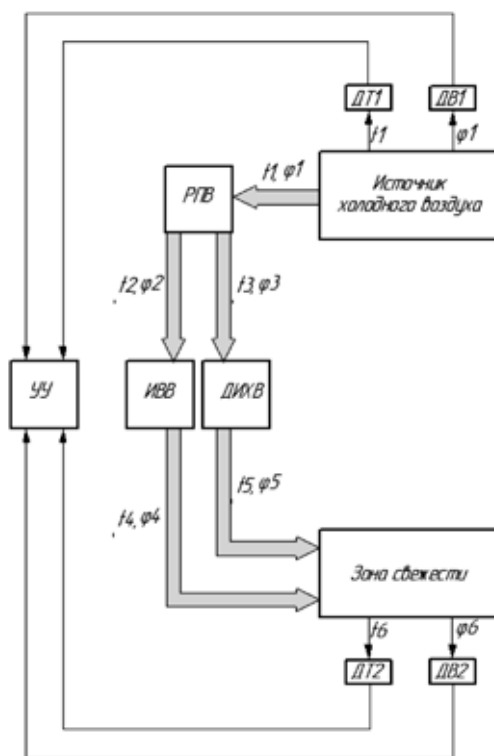


Рис. 1. Схема управления температурно-влажностными характеристиками: ДТ1, ДТ2 и ДВ1, ДВ2 — датчики, соответственно, температуры и влажности; $t_1... t_6$ и $\phi_1... \phi_6$ — значения, соответственно, температуры и влажности; РПВ — устройство регулирования потоков холодного воздуха; ИВВ — устройство источника влажного воздуха; ДИХВ — устройство дополнительного источника холодного воздуха; УУ — управляющее устройство

поступающий от источника холодного воздуха с параметрами t_1 и ϕ_1 , делить с помощью устройства регулирования потоками воздуха РПВ на два потока, один из которых с параметрами t_2 и ϕ_2 направляется в источник влажного воздуха ИВВ, а другой с параметрами t_3 и ϕ_3 — в дополнительный источник холодного воздуха ДИХВ.

При этом, управляющее устройство УУ на основе анализа данных о температурно-влажностных характеристиках воздуха в «нулевой зоне» в момент времени перед включением компрессора после окончания периода паузы определяет необходимую температуру t_5 и соответствующую ей влажность ϕ_5 воздуха, поступающего из дополнительного источника холодного воздуха ДИХВ, а также необходимую влажность ϕ_4 и соответствующую её температуру t_4 воздуха, поступающего из источника влажного воздуха ИВВ, которые при смешивании в «нулевой зоне» должны обеспечить требуемые параметры воздуха при включении компрессора и начале процесса понижения температуры в ней.

В данной работе не ставится задача выбора устройств, используемых в качестве дополнительного источника холодного воздуха ДИХВ и источника влажного воздуха ИВВ. Однако, предварительно можно предложить для ДИХВ: испаритель или теплообменник другого типа, нагреватель, поглотитель влаги с регулируемой поверхностью абсорбции и т. п.; для ИВВ: открытый источник влаги, генератор

«холодного» пара на основе, например, использования ультразвуковых колебаний и т. п.

Таким образом, использование данной системы управления температурно-влажностными характеристиками в «нулевой зоне» позволяет получить следующие преимущества перед традиционными системами:

1. Обеспечение предварительной (заблаговременной) оценки параметров воздуха, подаваемого в «нулевую зону», то есть, снижение степени инерционности (запаздывания) адекватного отклика системы на внешние входные параметры.
2. Отдельное регулирование потоками холодного и влажного воздуха.
3. Возможность более широкого использования различных устройств для обеспечения требуемых параметров воздуха.
4. Возможность регулирования температурно-влажностных характеристик «нулевой зоны» в более широких пределах в зависимости от вида охлаждаемых продуктов.

Использование предлагаемой системы позволяет более точно и в более широких временных интервалах поддерживать необходимую влажность и температуру в «нулевой зоне». Кроме этого, рациональный выбор режима работы системы и устройств, обеспечивающих требуемые параметры воздуха, позволяет также снизить энергетические потери холодильного прибора.

Литература:

1. Влияние режима работы бытового холодильного прибора на температурно-влажностные характеристики воздуха зоны «свежести»/В. Н. Плескачев, С. Н. Алехин.// Юбилейная конференция студентов и молодых ученых, посвященная 85-летию ДГТУ. Сборник докладов (Ростов-на-Дону, 12–13 мая 2015 г.). — С 4417–4423.
2. Контроль и регулирование влажности воздуха в камерах холодильников/Ф. В. Лебедев, Б. С. Тихонов, В. В. Русанов, Б. С. Бабакин: Обзорн. информ. — М.: АгроНИИТЭИММП. 1990. — 28 с.
3. Alechin, S.N., Kutsowa E.L., Pleskatschew W.N., Zum Thema der Qualitätssicherung bei Lagerung von Lebensmitteln in modernen Kühlgeräten // Журнал Молодой ученый_ № 3 2015 г. с 83–85.
4. Исследование температурно-влажностных характеристик зоны «свежести» бытовых холодильных приборов./В. Н Плескачев, С. Н. Алехин, С. П. Петросов.// Инженерный вестник Дона, № 2 (2015). Интернет ресурс: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2924
5. Холодильная техника и технология продуктов питания: Учебник для студ. Высш. Уч. Заведений/С. А. Большаков. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 304 с.

Обследование и оценка технического состояния строительных конструкций здания котельной

Аниканов Алексей Николаевич, начальник отдела диагностики и неразрушающего контроля
ООО «Кавказский центр энергетического аудита» (г. Ставрополь)

Целью проведения обследования является определение технического состояния строительных конструкций кирпичной дымовой трубы, проверка соответствия объекта требованиям промышленной безопасности и требованиям нормативно-технической документации.

Ключевые слова: обследование, техническое состояние, экспертиза промышленной безопасности, строительные конструкции, здание котельной.

Обследование и оценка технического состояния строительных конструкций здания котельной проводятся в соответствии с требованиями следующих основных нормативных документов:

— Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ [1];

— Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14 ноября 2013 года № 538 [2].

Газовая котельная предназначена для теплоснабжения комплекса зданий и горячего водоснабжения жилых, производственных и административных помещений. Режим работы — отопительный. Теплоноситель — сетевая вода с расчетной температурой 90°–70°С. Снабжение котельной газом осуществляется по газопроводу низкого давления. Здание представляет собой двухэтажное, однопролетное, Г-образное в плане строение, без подвала. Год постройки 1968.

Конструктивная схема здания представлена в виде наружных стен из стеновых панелей и силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе с железобетонными колоннами (для опирания балок покрытия) прямоуголь-

ного сечения размером 400x400, железобетонными балками покрытия и сборным железобетонным покрытием. Пространственная жесткость и геометрическая неизменяемость здания обеспечиваются железобетонными балками покрытия, ребристыми железобетонными плитами покрытия и кирпичными стенами.

Здание котельной электрифицировано, отапливаемое.

Категория по взрывопожарной и пожарной опасности — Б (НПБ 105–03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»).

СНиП 21–01–97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»:

— степень огнестойкости сооружения — II;

— класс сооружения по функциональной пожарной опасности — Ф5.

Фундаменты под опорами — фундаментные блоки.

Стены, колонны, перегородки — выполнены из стеновых панелей и силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе, толщиной 510 мм. Под опоры железобетонных ферм покрытия выполнены железобетонные колонны размерами сечения 400x400 мм. Стены внутренних помещений кирпичные, толщиной 120 мм.

Климатические и инженерно-геологические условия, в которых эксплуатируется объект:

— условия эксплуатации объекта — здание расположено на условной строительной площадке в климатическом районе 1В, зона влажности 3 (сухая);

— район по весу снегового покрова — V;

— район по давлению ветра — III;

— абсолютная минимальная температура воздуха составляет -45°C ;

— абсолютная максимальная температура воздуха составляет $+41^{\circ}\text{C}$.

В процессе обследования выявлены дефекты и повреждения несущих и ограждающих конструкций здания.

1. Фундаменты.

При наружном осмотре и инструментальном обследовании конструкций здания, характерных дефектов, указывающих на изменение проектного положения конструкции фундаментов и связанных с ними повреждений строительных конструкций и узлов их сопряжения, не обнаружено. На основании этого принято решение о целесообразности технического обследования фундаментов.

2. Обследование наружной поверхности.

2.1. Состояние стен здания котельной.

Стены здания котельной — комбинированные, выполнены из глиняного и силикатного кирпича, ж/б плит, пеноблоков. Геометрические и прочностные характеристики стен здания соответствуют нормативным требованиям. К наиболее опасным дефектам следует отнести трещины, выветривание цементно-песчаного раствора, вымачивание и выкрашивание кирпичной кладки, дефекты внешнего штукатурного покрытия, дефекты внутреннего отделочного покрытия.

2.2. Состояние отмостки.

Отмостка здания — бетонная, выполнена по периметру здания. К наиболее опасным дефектам следует отнести многочисленные трещины и разрушения отмостки, зазоры между стенами здания и бетонной отмосткой в отмостке шириной раскрытия до 20 мм.

2.3. Состояние кровли.

Кровля здания — комбинированная. Над водогрейным залом и административно-хозяйственной частью надстроена вторая кровля из металлоконструкций, дерева и шифера. К наиболее опасным дефектам следует отнести нарушение целостности металлического отлива с кровли, отсутствие организованного водостока с крыши здания, отсутствие фартука из оцинкованной стали по стыку кровельного покрытия со стеной, нарушение целостности шиферной кровли.

2.4. Состояние окон.

Окна в здании с деревянными рамами. К наиболее опасным дефектам следует отнести отсутствие металлических подоконных отливов.

3. Обследование внутренних конструкций.

3.1. Состояние элементов пространственной жесткости.

Элементы пространственной жесткости выполнены из железобетонных колонн, ферм и балок. Геометрические и прочностные характеристики элементов соответствуют нормативным требованиям. К наиболее опасным

дефектам следует отнести силовые трещины в опорных частях ферм перекрытия водогрейного зала (выявлены в 7 из 8 ферм).

3.2. Состояние перекрытий здания.

Перекрытия здания выполнены из железобетонных плит размерами 6x3 м, 12x3 м, 12x1,5 м. Перекрытия водогрейного зала и административной части здания перегружены надстроенной второй кровлей, опирающейся непосредственно на плиты перекрытия. К наиболее опасным дефектам следует отнести дефекты плит перекрытия водогрейного зала котельной и насосной ХВО в административно-хозяйственной части здания. Выявлены следующие дефекты: диагональные и поперечные трещины в плитной части и ребре панели, сколы защитного слоя (бетона) рабочей арматуры ребра плиты, прогибы плиты перекрытия 50 мм. Из 35 плит покрытия водогрейного зала трещины выявлены в 22 плитах. Из 4 плит покрытия насосной ХВО трещины и прогибы выявлены в 2 плитах.

3.3. Состояние полов здания.

Полы в здании безыскровые: в производственных помещениях — кафельная плитка; во вспомогательных — линолеум. К наиболее опасным дефектам следует отнести частичные проседания полов, отсутствие кафельной плитки на отдельных участках пола.

Во избежание частичной или полной потери несущей способности строительных конструкций и предотвращения возникновения аварийных ситуаций, а также предотвращения развития дефектов и повреждений и перехода их в более опасную категорию и увеличения срока службы рекомендуется:

— устранить сверхнормативную нагрузку на перекрытия, произвести замену дефектных панелей и ферм перекрытия;

— зачеканить трещины и межпанельные швы стен цементно-песчаным раствором, отремонтировать поврежденный штукатурный слой шлакобетонной кладки в местах трещин;

— восстановить поврежденные участки кладки силикатным кирпичом М100 на цементно-песчаном растворе М50 с перевязкой швов;

— разобрать поврежденные участки отмостки и заполнить асфальтобетонную (или бетонную) отмостку вновь шириной не менее 1 м с уклоном от здания. Уклон отмостки должен быть не менее 1% и не более 10%;

— восстановить конструкцию полов;

— восстановить отделочное покрытие шлакобетонной и кирпичной кладки;

— выполнить фартук из оцинкованной стали по стыку кровельного покрытия со стеной;

— провести ремонт шиферной кровли;

— устранить следы промачивания перекрытия и восстановить отделочное покрытие;

— восстановить целостность отлива с кровли, выполнить монтаж элементов наружного водостока (водосточные желоба и трубы) с соблюдением необходимых уклонов;

— установить оцинкованные подоконные сливы.

По результатам обследования техническое состояние здания котельной оценивается как недопустимое (тер-

минология СП 13–102–2003). Для продолжения безопасной эксплуатации здания требуется проведение восстановительного ремонта.

Литература:

1. Федеральный закон от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» (утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14 ноября 2013 года № 538).
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».
4. СП 13–102–2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»
5. РД 22–01–97 Требования к проведению оценки безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений поднадзорных промышленных производств и объектов (обследование строительных конструкций специализированными организациями).

Повышение эффективности прямоточных одноступенчатых волоконноочистительных машин

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

В данной статье приведены материалы по чистке хлопкового волокна и волоконноочистительных машин, а также предложена новая конструкция прямоточной одноступенчатой волоконноочистительной машины.

Ключевые слова: волоконноочистительная машина, пыльный цилиндр, колосниковая решетка.

В хлопковой промышленности после джинирования хлопка-сырца хлопковое волокно содержит примеси в виде улюка и сора, количество которых в некоторых случаях превышает нормы, установленные ГОСТом. Если в таком виде волокно запрессовать в кипы, то сорные примеси, улюк и другие пороки, внедренные в пряжки волокна, будут затруднять работу оборудования приготовленных цехов текстильных фабрик.

Длительными исследованиями учеными установлено, что очистка хлопкового волокна от сора и улюка является наиболее непосредственно после его выхода из джина. Волокно в это время находится в разреженном состоянии, вес его отдельных прядок составляет всего 15–20 мг. Объемная масса волокна после снятия с джинных пил не превышает 0,15–0,25 кг/м³.

Вследствие этих условий целесообразным является установка на хлопкоперерабатывающих предприятиях волоконноочистительных машин для очистки волокна от сора, улюка и других посторонних примесей и пороков в поточной линии джинирования до его запрессовки в кипы.

Волоконноочистительная машина является элементом поточных линий и ее производительность должна соответ-

ствовать производительности джина при индивидуальном исполнении и батарее джинов при батарейном варианте.

По способу очистки хлопкового волокна от сора и улюка волоконноочистительные машины разделяются на механическое, аэромеханическое и аэродинамические.

Аэромеханический способ волоконноочистки, в котором сочетаются механический и аэродинамический способы, оказался более эффективным и находит все большее применение в отечественных конструкциях машин. Одноступенчатые машины с таким способом очистки показали очистительный эффект на первых сортах 20–23% и на низких 25–28%.

Повышение очистительного эффекта достигается увеличением количества ступеней очистки в одной машине. Но увеличение количества ступеней требует излишние экономические расходы.

В хлопковой промышленности отдают предпочтение конструкциям волоконноочистительных в индивидуальном исполнении, как менее сложным, имеющим повышенный очистительный эффект и лучшую надежность в сравнении с батарейными волоконноочистителями.

Развитие волоконноочистки идет по пути создания высокоэффективных индивидуальных аэромеханических

волоконноочистительных машин. Из конструкций машин широкое распространение ввиду простоты устройства и высокой эффективности работы получили волоконноочистительные машины прямоточного действия, с подачей волокна на рабочий орган непосредственно после дженирования в разрыхленном состоянии, индивидуальные одно- и многоступенчатые.

В прямоточной одноступенчатой волоконноочистительной машине (рис. 1) волокно вместе с транспортирующим его воздухом после джина поступает в приемную горловину 1 и, захватываясь зубьями вращающихся пил пильного цилиндра 6, протрещивается при движении по колосниковой решетке 5, где выделившиеся сорные примеси, улюк и пороки через зазоры колосников попадают в угарную камеру 2 и транспортер 3, которым выводятся из машины, а очищенное волокно, сброшенное с зубьев пил потоком воздуха, прошедшим между пильными дисками, направляется к отводящей горловине 7. Для лучшего контроля междупильного пространства, по которому движется воздушный поток волокна, пильные диски устанавливаются на валу с наклоном 2° к его горизонтальной оси. В задней стенке волоконноочистительной машины установлены жалюзийные устройства 4 для регулирования подсоса воздуха и волокнистости отходов.

К волоконноочистительным машинам предъявляются следующие технологические требования: воздействие на волокно рабочих органов волоконноочистительной машины не должно приводить к образованию пороков волокна и ухудшению его природных физико-механических свойств; машины должны выделять из волокна максимальное количество сора и улюка, обеспечивая выпуск его в нормах ГОСТа; при волоконноочистке должен улучшаться товарный вид волокна; в отходах должно содержаться минимальное количество волокна; в конструкции машины необходимо предусматривать установку приборов и механизмов для контроля и регулирования очистительного эффекта и волокнистости отходов.

По свидетельству отечественной и зарубежной практики многоступенчатая очистка волокна, особенно на пильчатых барабанах, может оказать отрицательное влияние на его качество. Следовательно, в настоящее время одним из актуальных проблем хлопковой промышленности является проектирование высокоэффективных одноступенчатых волоконноочистительных машин, а также совершенствование конструкции существующих одноступенчатых машин.

Учитывая актуальности этих проблем, мы разработали усовершенствованную конструкцию одноступенчатых

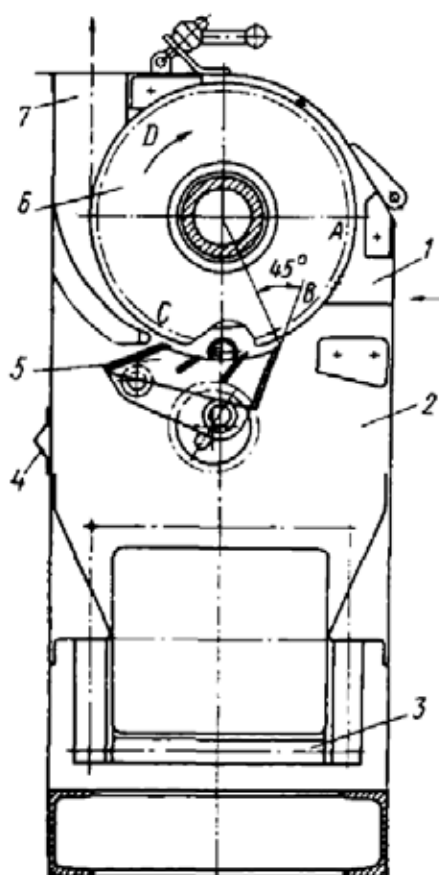


Рис. 1. Прямоточная одноступенчатая волоконноочистительная машина ОВПА: 1 — приемная горловина; 2 — угарная камера; 3 — транспортер; 4 — жалюзийное устройства; 5 — колосниковая решетка; 6 — пильный цилиндр; 7 — отводящая горловина.

волоконочистительных машин. Предлагаемая нами новая конструкция волоконочистительной машины отличается от существующего тем, что в новой конструкции машины с целью повышения эффективности очистки на левой стороне пильного диска (см. рис. 1) и на верхней стороне колосниковой решетки дополнительно установлена колосниковая решетка, с помощью которых волокно вторично очищается от сорных примесей.

В новой конструкции прямоточной одноступенчатой волоконочистительной машины волокно вместе с транспортирующим его воздухом после джина поступает в приемную горловину, откуда захватываясь зубьями вращающихся пил пильного цилиндра, протрещивается при движении по существующей и дополнительно установленной колосниковой решетке, где выделившиеся со-

рные примеси, улюк и пороки через зазоры колосников попадают в угарную камеру и транспортер, которым выводятся из машины, а очищенное волокно, сброшенное с зубьев пил потоком воздуха, прошедшим между пильными дисками, направляется к отводящей горловине.

Очистительный эффект волоконочистительной машины

$$K = \frac{g_{\text{отх}}(100 - B)}{G \cdot S + g_{\text{отх}}(100 - B)} 100\%,$$

где B — волокнистость отходов;

$g_{\text{отх}}$ — вес отходов вместе с волокном;

G — вес очищенного волокна;

S — сумма пороков и засоренности волокна после его очистки.

Литература:

1. Джаббаров, Г.Д. и др. «Первичная обработка хлопка». М., «Легкая индустрия», 1978.
2. Мирошниченко, Г.И. «Основы проектирования машин первичной обработки хлопка». М., «Машиностроение», 1972.

Алмазное выглаживание поверхностного слоя деталей машин и выбор оптимального режима выглаживания

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

В данной статье приведены материалы о методах алмазного выглаживания поверхностного слоя деталей машин и выбор оптимального режима выглаживания.

Ключевые слова: *поверхностно пластическое деформирование, алмазное выглаживание, обрабатываемая поверхность, сила выглаживания, оптимальный режим выглаживания.*

При изготовлении и эксплуатации деталей машин на их поверхностях образуются неровности и микронеровности, а слой металла, непосредственно прилегающий к поверхности, изменяет структуру, фазовый и химический состав, в нем возникают остаточные напряжения. А надежность работы технологических машин непосредственно связана с качеством поверхностного слоя деталей, которое характеризуется геометрическими и физико-механическими параметрами. В связи с интенсификацией эксплуатационных процессов, увеличением скоростей перемещения рабочих органов, повышением температур и давлений роль качества поверхностного слоя значительно возрастает. Связь характеристик качества поверхностного слоя с эксплуатационными свойствами деталей свидетельствует о том, что оптимальная поверхность должна быть достаточно твердой, должна иметь сжимающие остаточные напряжения, мелкодисперсную структуру, сглаженную форму микронеровностей с большой площадью опорной поверхности.

В условиях эксплуатации поверхностный слой детали подвергается наиболее сильному физико-химическому воздействию: механическому, тепловому, магнитоэлектрическому, световому, химическому и др. В большинстве случаев у детали начинают ухудшаться служебные свойства поверхности, например, износ, эрозия, кавитация, коррозия, усталостные трещины и другие разрушения развиваются в начале на поверхности. Поэтому к поверхностному слою предъявляются обычно более высокие требования, чем к основной массе детали.

Основными причинами возникновения микронапряжений являются неоднородность пластической деформации и локальный, неоднородный нагрев металла поверхностного слоя, а при наличии превращений — разность объемов возникающих структур. Микронапряжения являются следствием фазовых превращений, изменения температуры, анизотропии механических свойств отдельных зерен и распада зерен на блоки при пластической деформации.

Как известно, в практике используются статические и ударные методы поверхностно пластических деформаций. При статических методах обработки инструмент, рабочие тела или среда воздействуют на обрабатываемую поверхность с определенной постоянной силой P , происходит плавное перемещение очагов воздействия, которые последовательно проходят всю поверхность, подлежащую обработке. При этом инерционные силы не оказывают существенного влияния на поверхностно пластических деформациях. К таким методам относятся различные виды выглаживания и накатывания, а также метод однократного обжатия обрабатываемой поверхности без перемещения очагов воздействия.

Алмазное выглаживание является одним из передовых статических методов поверхностно пластического деформирования. Выглаживание заключается в пластическом деформировании обрабатываемой поверхности скользящим по ней инструментом — выглаживателем. Инструмент раздвигает металл, образуя канавку на поверхности. При этом создаются тир вида очагов деформирования в зависимости от соотношения глубин внедрения инструмента и исходных параметров шероховатости (рис. 1, а).

Контур контакта передней полусферы наконечника с деталью достаточно точно описывает дуга окружности AB_1 (рис. 1, б), соответствующая углу α , и парабола B_1C_1 . Область контакта задней полусферы наконечника ограничивается дугой $AB_2C_1AB_2C_1$, которая может быть аппроксимирована дугой эллипса.

Площадь контакта наконечника сферической формы с деталью равна сумме площадей полуэллипса AB_2C_1 ,

сектора окружности и праболического полусегмента B_1C_1 минус площадь треугольника OB_1D .

После прохождения инструмента по поверхности происходит частичная компенсация деформации на величину $\Delta_{упр}$ (рис. 1, в, г). Контакт инструмента с обрабатываемой поверхностью в сечении происходит в направлении подачи по дуге def ; в направлении скорости — по дуге abc . Вследствие того, что перед выглаживателем образуется валик пластически деформированного металла, передняя полуповерхность выглаживателя нагружена гораздо больше (контакт по дугам ef и bc), чем задняя полуповерхность (контакт по дугам de и ab). По этой же причине, а также вследствие адгезионного взаимодействия между деталью и инструментом в процессе выглаживания возникает осевая сила P_x и тангенциальная составляющая силы P_z .

После каждого оборота обрабатываемой детали канавка — след выглаживателя — перемещается в осевом направлении на расстояние, равное подаче S , происходит многократное перекрытие ее при последующих оборотах обрабатываемой детали, так как ширина канавки больше подачи.

В результате пластического деформирования обрабатываемой поверхности сглаживаются исходные неровности и образуется новый микрорельеф поверхности со значительно меньшей высотой неровностей профиля $Rz_{\text{в}}$. Размер детали уменьшается на величину остаточной деформации $\Delta_{\text{плт}}$.

Исходными параметрами, определяющими протекание процесса на кромках детали, является предварительный

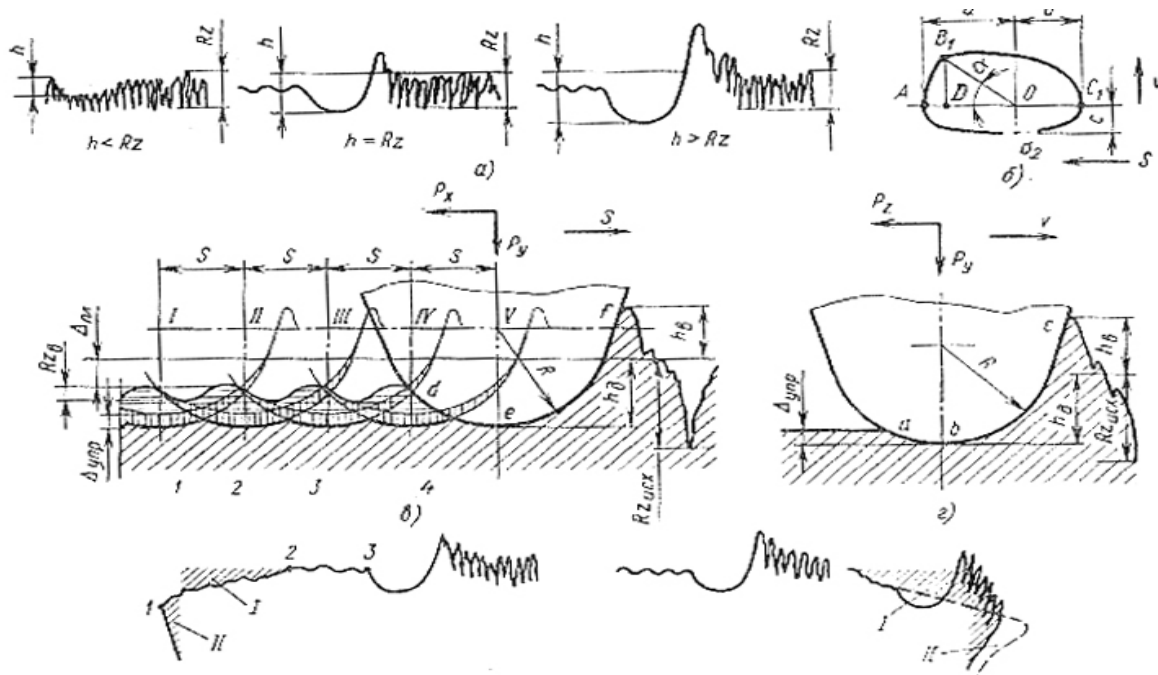


Рис. 1. Выглаживание: а — соотношения между глубиной канавки и высотой микронеровностей; б — очаг деформации; в — схема деформирования в направлении подачи; г — схема деформирования в направлении скорости.

натяг, который задается до начала выглаживания, и сила выглаживания.

При оптимальных значениях силы выглаживания исходные неровности полностью сглаживаются и образуется шероховатость, обусловленная самим процессом выглаживания, связанным с подачей. Дальнейшее увеличение силы выглаживания увеличивает пластические искажения, высота неровностей возрастает по сравнению с наименьшей, поверхностные слои могут разрушиться и могут появиться трещины.

Оптимальные значения силы выглаживания P определяются по следующим формулам:

— для закаленных сталей

$$P = 0,013HV \left(\frac{DR}{D+R} \right)^2;$$

— для материалов невысокой и средней твердости

$$P = 0,008HV \left(\frac{DR}{D+R} \right)^2;$$

где HV — твердость обрабатываемой поверхности по Виккерсу; D — диаметр обрабатываемой поверхности, мм; R — радиус рабочей части алмаза, мм.

Литература:

1. Л. Г. Одинцов. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. Справочник., М.: Машиностроение, 1987, 328 с.
2. Повышение прочности и долговечности деталей машин поверхностным пластическим деформированием/Под ред. И. В. Кудрявцева//ЦНИИТМАШ. Кн. № 90, 1970, 152 с.

Сила выглаживания, больше 200–250 Н для деталей из высокопрочных материалов и больше 100–150 Н для деталей из материалов средней твердости, как правило, нецелесообразна.

Основным критерием выбора радиуса сферы инструмента является твердость материала обрабатываемой заготовки: для деталей из мягких сталей и цветных сплавов этот радиус должен составлять 2,5–3,5 мм, для деталей из материалов средней твердости — 1,5–2,5 мм, для деталей из высокопрочных сталей ($HRC > 60$) — 1,0–1,5 мм.

Оптимальные режимы выглаживания для достижения максимального упрочнения несколько «жестче», чем для достижения минимального параметра шероховатости. Для максимального упрочнения следует на 15–40% увеличить силу выглаживания или на 10–30% уменьшить радиус инструмента, можно одновременно несколько «ужесточить» оба эти параметра. При выглаживании с оптимальными режимами обеспечивается степень упрочнения 25–30% при глубине упрочненного слоя до 0,4 мм и создаются сжимающие остаточные напряжения до 1,2 ГПа.

Изучение характеристик влажно-тепловой обработки и методы их контроля

Бехбудов Шавкат Хусенович, докторант;

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (Узбекистан)

Нутфуллаева Лобар Нуруллаевна, научный исследователь;

Нутфуллаева Шахло Нуруллаевна, ассистент;

Салихова Мохигул, бакалавр

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В статье изложен технологический процесс ВТО изготовления швейных изделий, так как основная задача влажно-тепловой обработки — это придание деталям одежды требуемой формы, обеспечивающей хорошую посадку изделий на фигурах потребителей в соответствии с образцами моделей и красивого товарного вида изделиям.

С помощью окончательной ВТО изделию придается требуемый внешний (товарный) вид путем выравнивания поверхности, восстановления объемных участков, придания пространственной формы и снятия лас. Диапазон воздействия ВТО на текстильные материалы достаточно широк и включает операции, связанные с локальным воздействием по линии, площади и объему полуфабриката. ВТО осуществляется посредством гладильных прессов,

утюжилых столов, установок для склеивания, электрических, паровых и электропаровых утюгов путем воздействия на ткань влаги, тепла и деформирующих сил.

При исследованиях разработаны теоретические основы и определены основные требования к операциям ВТО и применяемому оборудованию, созданы способы, технологические процессы и оборудование для их реализации, средства контроля и управления. В работе [1] предложен

новый способ теплового воздействия на полуфабрикат в процессе прессования, позволяющий повысить и улучшить качество швейных изделий, разработан новый способ влажно — тепловой обработки при изготовлении швейных изделий из тканей различного ассортимента, а также обоснование параметров рабочих элементов оборудования с целью повышения качества и формоустойчивости деталей.

Для влажно-тепловой обработки швейных изделий особо важное значение имеет температура, при которой ткань способна к обратимому изменению своих свойств при нагревании и последующем охлаждении до комнатной температуры. Теплостойкость тканей в основном определяется теплостойкостью их волокон. По данным Г.Н. Кукина и А.Н. Соловьева, своих свойств волокна шерсти не меняют до 130–135, хлопка и льна — до 120, шелка — до 150–170, вискозные — до 120–130, медно-аммиачные — до 120, ацетатные — до 95–100, полиэфирные — до 160–170°C. Нагревание ткани выше указанной температуры вызывает потерю прочности и износостойчивости, изменение цвета и др. В связи с тем, что ткань в обычных условиях обладает плохой теплопроводностью, большое значение для качества влажно-тепловой обработки швейных изделий имеет влага. Основными видами связи влаги с тканью являются: химическая, физико-химическая и физико-механическая. По исследованиям И.В. Орлова и Н.П. Березненко, после нагревания через увлажнитель проутюжильник трех слоев костюмной ткани в течение 20с поверхностью при температуре 200°C температура нижнего слоя ткани становится равной 100°C, а верхнего (под проутюжильником) 170°C. В этих условиях волокна верхнего слоя ткани разрушаются, а нижнего слоя имеют близкий к нормальному нагрев. Чтобы устранить этот недостаток, используют возможность придания ткани физико-механически (адсорбционно) связанной влаги. Для этого на ткань через проутюжильник воздействуют горячей поверхностью. Процесс влажно-тепловой обработки в этих случаях протекает эффективнее, чем без увлажнения ткани. В начале соприкосновения горячей поверхности с влажным проутюжильником (1 период) влага быстро испаряется и через 1–3 с все четыре слоя ткани нагреваются до температуры около 100°C. Далее следует второй период, когда температура слоев ткани практически не изменяется. Дальнейший приток тепла от горячей поверхности приводит к повышению температуры и в остальных слоях ткани. Вследствие этого из слоев ткани полностью удаляется физико-механически связанная с ней влага и начинается удаление физико-химической влаги; ткань под проутюжильником нагревается до температуры 110–120°C, создаются необходимые условия для формирования материала и последующей фиксации полученной формы. По достижении указанной температуры воздействие горячей поверхности на ткань надо прекратить.

Применяемый в швейном промышленности способ увлажнения с помощью опрыскивателей не обеспечивает равномерного распределения влаги по поверхности проутюжильника. Эксперименты, проведенные в КТИЛПе,

показали, что объемное перераспределение влаги после превращения в пар под воздействием греющей поверхности не наблюдается. Следовательно, при увлажнении с помощью опрыскивателя одинаковое воздействие тепла и влаги по всему объему пакета ткани не получается, и влажно-тепловая обработка деталей одежды в случае испарения влаги горячей поверхностью происходит при равномерном воздействии тепла и влаги на обрабатываемые детали.

Рассмотренный способ получения рабочей среды выпариванием влаги из проутюжильника позволяет интенсифицировать процесс влажно-тепловой обработки повышением температуры греющей поверхности и регулировать температуру нагрева ткани в пределах 105–120°C в соответствии с теплостойкостью материала.

Указанный недостаток рабочей среды, полученной выпариванием влаги из проутюжильника, устраняется использованием готового пара, созданного в парогенераторе. Применение готового пара позволяет равномерно распределять его по поверхности и объему обрабатываемого пакета ткани, интенсифицировать процесс влажно-тепловой обработки и управлять им [2].

Требования к продолжительности обработки и увлажнению касаются уже непосредственно полуфабриката: продолжительность воздействия гладильной поверхности на полуфабрикат, вес влаги к весу полуфабриката. Все эти допустимые или желательные значения факторов даются в зависимости от вида обработки операции и вида ткани. В табл. приведены допустимые режимы влажно-тепловой обработки на прессах для различных операций [2].

При ручной утюжке и современных методах нагрева полуфабриката мы не можем полностью управлять процессом. Он зависит от неопределенных действий работницы, от многих случайных факторов: степени увлажнения и распределения влаги в полуфабрикate (работница увлажняет вручную, на глаз), от скорости перемещения утюга и его задержек на отдельных участках полуфабриката, от температуры гладильной поверхности утюга.

Аналогичным методом задаются режимы влажно-тепловой обработки для фальцевания, прессования и процессов на паровоздушных манекенах. В таких процессах влияние случайных факторов значительно меньше. Продолжительность контакта с гладильными поверхностями для всех участков полуфабриката постоянна. По данным А.С. Руженцева, температура гладильной поверхности подушки при увлажнении полуфабриката водой понижается на 40–70°C. Для механизированных процессов можно и нужно более детально и более четко задавать режимы обработки [3].

Исследования, проведенные за последние годы в ЦНИИШП, КТИЛП, ВЗИТЛП, Орловском НИИ-Легмаш, МТИЛП и иностранных научно — исследовательских институтах и предприятиях позволяют перейти к более полной разработке режимов влажно-тепловой обработки; будет обеспечено программирование дискретных значений отдельных параметров.

Таблица 1. Режимы влажно-тепловой обработки на прессах для различных операций

Операция	Грубошерстные сукна и драпы с капроном и без капрона		Тонкошерстные пальтовые ткани с капроном		Полушерстяные драпы и сукна		Костюмные шерстяные ткани с капроном		Костюмные шерстяные ткани со штапелем		Чистошерстяные пальтовые и костюмные ткани	
	Температура гладильной поверхности, °С						160/120		160/120		140/120	
	Р	Т	Р	Т	Р	Т	Р	Т	Р	Т	Р	Т
Разутюживание швов	0,5	45/60	0,3	45/80	0,3	45/80	0,15	30/45	0,2	20/30	0,15	30/45
Прессование обтачных деталей	0,7	45/60	0,4	30/60	0,4	30/60	0,3	30/45	0,3	30/45	0,4	30/45
Прессование лацканов и бортов: первое	1,0	40/60	0,5	40/80	0,5	40/80	0,6	30/75	0,6	30/75	0,6	40/80
второе	1,5	40/60	1,0	40/80	1,0	40/80	0,8	35/75	0,8	35/75	0,8	35/80
Прессование карманов	1,0	40/80	0,8	40/80	0,8	40/80	0,3	30/50	0,5	30/50	0,6	30/60
ткань верха в два слоя	0,4	45/90	0,3	45/60	0,3	45/60	0,15	30/60	0,15	30/45	0,2	30/60
ткань верха с парусиной	0,4	30/45	0,3	30/45	0,3	30/45	0,15	20/30	0,15	20/30	0,2	20/30
Оттяжка подворотника и др.	0,4	30/60	0,3	30/45	0,3	30/45	0,15	30/45	0,2	30/45	0,4	30/45
Окончательная утюжка	0,2	40/60	0,1	30/40	0,1	30/40	0,1	20/30	0,1	20/30	0,15	20/30
Фальцевание	2,5	30/—	1,5	20/—	1,5	20/—	1,5	20/—	1,5	20/—	2,5	30/—

Примечание: 1. Увлажнение паром — в течение 2 сек, водой — от 20 до 30%.

2. Буквой р обозначено удельное давление на полуфабрикат, кГ/см², буквой Т — время прессования, сек.

3. Перед косой чертой проведено значение температуры для работы на прессах с электронагревом после нее — с паровым обогревом (при температуре не выше 120²

Литература:

1. Зубова, Н. П. Исследование и разработка технологии окончательной влажно-тепловой обработки швейных изделий. Кострома. Автореф. к. т. н. 2006
2. Савостицкий, А. В., Меликов Е. Х., Куликова И. А. Технология швейных изделий. Москва, «Легкая индустрия» 1980
3. Эппель, С. С. Оборудование влажно-тепловой обработки в швейном производстве. Москва, «Легкая индустрия» 1970

Способы обеспечения пожарной безопасности высотных зданий

Валова Виктория Юрьевна, студент;

Меркулова Надежда Вячеславовна, кандидат филологических наук, доцент

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Данная статья посвящена проблеме обеспечения пожарной безопасности высотных зданий. Рассмотрены виды и способы эвакуации, конструктивные решения и способы устранения возгорания. В результате исследования, как наиболее эффективные средства пожарной безопасности, выделены: устройство вертикальных и горизонтальных эвакуационных путей, деление здания на пожарные отсеки, конструирование этажей убежища и размещение спринклерных систем пожаротушения.

Высотное строительство распространено во всём мире. Количество ежегодно строящихся высотных зданий исчисляется тысячами. В настоящее время общее число построенных небоскребов превысило 110000. Высотные здания относятся к объектам с массовым пребыванием людей. Кроме того, в них сосредоточены огромные материальные ценности. Поэтому возникающие в них чрезвычайные ситуации, связанные с пожарами и взрывами, могут привести к большим жертвам и материальным потерям. Этим обусловлено особое внимание к проблеме обеспечения безопасности людей и самих высотных зданий при возникновении пожара.

Безопасная эвакуация жителей здания — одна из основных целей предоставления правил пожарной безопасности в высотных зданиях. Здания должны быть спроектированы так, чтобы облегчить спасение людей во время пожара. Безопасная эвакуация при пожаре может быть обеспечена выходом жителей из здания быстрее скорости распространения дыма по строению.

Основные пути эвакуации

Процесс эвакуации из высотного здания затрагивает особенности вертикальных компонентов выхода. Современное проектирование выхода должно принимать во внимание несколько переменных, включая изменение демографии жителей, поведения жителей и достижения в технологиях, которые приводят к проектированию чрезвычайно сложных зданий (и последующее увеличение высоты застройки). Следует затронуть, в первую очередь, основные вопросы использования лестницы вместе с аль-

тернативными путями эвакуации, которые стали недавно использоваться, например, эвакуационные лифты, воздушные мосты и т. д.

Лестницы

Традиционным методом эвакуации в таком типе зданий является использование лестниц. Проектирование лестницы осуществляется на основе учёта различных факторов: проектирование лестницы в целом, например, число ступеней, их ширина, длина лестницы, местоположение в здании, и т. д. или её определенные особенности, к примеру, наклон лестницы, влияние уровня занятости лестницы и т. д. Данные характеристики предполагают различные методы проектирования лестницы, принимая во внимание осуществление эвакуации.

Эвакуационные лифты

Использование эвакуационных лифтов является спорным вопросом с точки зрения надёжности эвакуации. Ряд исследователей придерживается мнения, что эффективность использования лифтов для обеспечения безопасности жизни достаточно высока на очень ранней стадии процесса эвакуации. Особую важность обретает вопрос своевременного оповещения о возгорании в здании, что должно учитываться на стадии проектирования высотных конструкций.

Этажи убежища

Этажи убежища — этажи, предназначенные для защиты жителей в здании, и их эффективность являлась объектом специальных исследований. Последние постановления, такие как Гонконгский Кодекс Пожарной безопасности, предписывают введение этажей убежища в проектировании средств спасения. С точки зрения эвакуации, этажи убежища имеют несколько преимуществ:

- они являются местами отдыха для эвакуируемых,
- они дают возможность наличия менее задымлённых лестниц или лифтовых шахт,
- они могут быть предназначены для защиты людей с ограниченными возможностями и/или раненных эвакуируемых,

— они могут использоваться в качестве пункта управления для спасательных команд, чтобы помочь эвакуации,
— они могут служить противопожарной основой. Кроме того, использование эвакуационных лифтов было бы упрощено, так как этажи убежища могут служить этажами погрузки, потому что они способны разместить значительное количество эвакуируемых.

Воздушные мосты

Альтернативные средства спасения были предложены для проектирования высотных зданий. Один из возможных методов — введение горизонтальных средств эвакуации на высоте, т. е. использование воздушных мостов, чтобы связать башни. Этот компонент выхода может быть дизайнерским решением в случае зданий, включающих, по крайней мере, две башни. Понятие воздушного моста не является новым. Первым воздушным мостом был мост Вздохов, разработанный архитектором Антонио Контином в Венеции в начале 17-го века. Недавно данное дизайнерское решение было применено в нескольких зданиях во всем мире, например, Башни Петронас в Малайзии.

Ограждающие конструкции здания

Ограждение обеспечивает безопасность жизни и защите. Сдерживание огня подразделяется на четыре категории: структурная защита, разделение, защита ограждающих конструкций и контроль за дымом.

Структурная защита относится к материальным конструкциям в высотных зданиях. Она достигается устройством предписанных в «Строительных нормах и правилах» противопожарных конструкций. Пожарные отсеки — это любая часть здания, отделенная от оставшейся барьерами для огня (стены и/или перекрытия, имеющие соответствующее сопротивление распространению огня с какими-либо защищенными открытиями).

Противопожарное покрытие здания является частью противопожарного отсека и поэтому также призвано остановить распространение огня в другие отделения. «Пожарные отсеки должны быть расположены в пределах между отдельными этажами. Наличие строительных деталей по периметру пола представляет собой дизайнерское решение для предотвращения распространения огня. В случаях распространения огня вверх эффективно строительство противопожарных стен. Решение проблем застекленных и климатических фасадов — совмещение балюстрад, консольных плит и специализированных спринклерных систем в строительстве фасада.

Контроль за дымом жизненно важен для спасения жителей при пожаре, т. к. во многих случаях, пожар убивает людей удушьем или отравляет смесью дыма или токсичных газов.

Традиционные методы контроля за дымом включают в себя: барьеры, вентиляцию и дымовые шахты, и т. д. Однако, эффективность этих методов ограничена близостью к огню и утечками. Это связано с тем, что контролем за дымом обычно управляют через системы отопления, вентиляции и кондиционирования.

С продвижением науки и техники были разработаны новые системы противопожарной защиты для высотных зданий. Такие системы противопожарной защиты описаны ниже.

Спринклерная система — система водопроводных труб, оросительных головок и термочувствительных колб, активирующихся при повышении температуры, чтобы автоматически высвободить достаточное количество воды для тушения пожара и гашения возгорания.

— Влажные спринклерные системы — это трубы, заполненные водой под давлением для распыления воды, как только водораспыляющие головки открываются. Таким образом, это наиболее широко используемый тип системы.

— Сухая спринклерная система — это система основного водопровода, заполненного водой под давлением, и вторичного, заполненного сжатым воздухом, поэтому когда давление воздуха во вторичной системе понижается, оросительная головка открывается, чтобы высвободить воду.

— Открытая спринклерная система — это система с ручным управлением, использующая открытые оросительные головки, у которых нет теплового датчика, вода распыляется из всех оросительных головок. Этот тип системы используется, когда в помещении высокие потолки и существует вероятность попадания горячего воздуха, способствующего открытию оросительных головок, не находящихся над источником возгорания, и создаётся опасность быстрого распространения огня.

— Системы гашения огня пеной — это системы, использующие пену для устранения возгорания. Их устраивают, чтобы защитить стоянки, автомобильные сервисные гаражи, ангары самолетов, полуопасные материалы, специальные огнеопасные склады материалов и т. д.

— Порошковые системы гашения являются самыми быстрыми по сравнению с другими химическими средствами устранения возгорания.

В результате проведенного анализа предоставляется возможным заключить, что с точки зрения пожарной безопасности высотных зданий наиболее эффективным является верное конструктивное решение пожарных отсеков, этажей убежища, рациональное устройство эвакуационных путей и размещение спринклерных систем пожаротушения.

Литература:

1. Towering inferno: The regulation of fire safety and it's impact on the design of tall buildings. RACHEL CLARKSON 2007, p. 23–31.
2. Fire Science Reviews. Fire evacuation in high-rise buildings: a review of human behavior and modeling research. Ronchi and Nilsson; licensee Springer 2013. <http://firesciencereviews.springeropen.com/articles/10.1186/2193-0414-2-7>.

3. Designing Buildings. The construction industry knowledge base. 04 Nov 2015. http://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Fire_compartment.
4. Croce PA, Grosshandler WL, Bukowski RW, Gritzo LA: The international FORUM of fire research directors: A position paper on performance-based design for fire code applications. *Fire Saf J* 2008,43 (3):234–236. doi:10.1016/j.firesaf.2007.12.00410.1016/j.firesaf.2007.12.004.
5. Fire Science Reviews. A review of sprinkler system effectiveness studies. 20 October 2013. <http://firesciencereviews.springeropen.com/articles/10.1186/2193-0414-2-6>.

Аккумуляция энергии солнца Мировым океаном

Вардияшвили Афдандил Аскарлович, доцент;
 Мурадов Муслим Омар оглы, доцент;
 Вардияшвили Асфандиёр Аскарлович, преподаватель;
 Зохилова Шахноза Муродиллаевна, преподаватель;
 Каров Ботир Хамро оглы, магистр
 Каршинский государственный университет (Узбекистан)

Мировой океан — гигантский аккумулятор энергии Солнца. Оценка различных авторов количества тепловой энергии Мирового океана расходится иногда на несколько порядков. Например, американский специалист Д.Д. Айзекс оценивает энергию градиента температур в океане цифрой 10^{21} Дж, а российский специалист Е.Н. Малявин — $7,5 \times 10^{23}$ Дж⁸, поясняя, что речь идет и доступной энергии, т.е. об энергии, которую можно получить из океана при разности температур 20°C с помощью современных преобразователей. Отмечается, что запасов тепловой энергии океана хватит на тысячу лет, даже если считать ее расход по уровню потребления XXI века. Потребление энергии во втором десятилетии XXI в. Оценивается цифрой порядка $2,8 \times 10^5$ млрд. кВт-ч.

Мировой океан — крупнейший естественный коллектор солнечного излучения. Между верхними теплыми слоями воды, поглощающими солнечное излучение,

и более холодными придонными достигается разность температур до 20°C (рис. 1). Это обеспечивает непрерывно пополняемый запас тепловой энергии, которая принципиально может быть преобразована в другие виды.

Преобразование тепловой энергии, запасенной океаном, в механическую энергию и далее в любую другую требует создания тепловой машины, использующей естественный перепад температур между прогретыми верхними и холодными нижними слоями вод. В первом приближении доля преобразуемой энергии может быть определена через КПД термодинамического цикла Карно

$$\eta_k = \Delta T / T_c ; \Delta T = T_c - T_x, \tag{1}$$

где T_c и T_x — температуры теплового и холодного слоев воды.

Считая в среднем, что разность температур в 12°C на всей свободной ото льда поверхности океана площадью

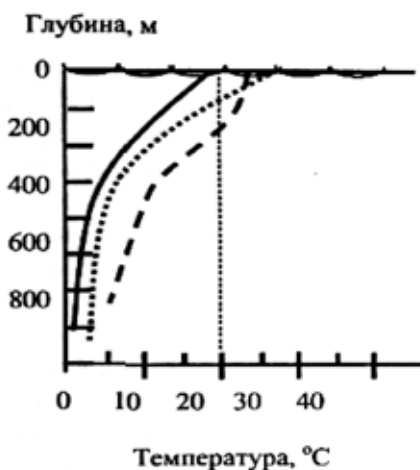


Рис. 1. Изменение температуры океана в зависимости от глубины

3×10^2 в слое толщиной 100 м общую тепловую мощность, сохраняющуюся в океане в любой момент времени, можно определить по формуле

$$W = \rho v c_p \Delta T, \quad (2)$$

где ρ — плотность воды, $\text{кг}/\text{м}^3$; v — объем нагретых вод, м^3 ;

c_p — удельная теплоемкость, $\text{кДж}/(\text{кг К})$.

Принимая $c_p = 4,19 \text{ кДж}/(\text{кг К})$, величина запасенной энергии составит $W = 15 \times 10^{23} \text{ Дж}$.

В.А. Акуличев и А.К. Ильин поставили вопрос иначе: сколько можно взять энергии из океана без вреда для окружающей среды. [1] В качестве критерия они приняли допустимое понижение температуры поверхности океана на 0,5 К. Расчет сделан для перемешанного слоя вод тропической части Мирового океана в связи с использованием его энергии станциями ОТЕС. Цифра 0,5 К принята на том основании, что она близка к флуктуациям средней температуры, наблюдающимся под влиянием естественных причин. Как известно, они не превосходят нескольких десятых долей градуса. Тогда максимально допустимая мощность, которую можно снять в тропической зоне Мирового океана, составит 11 млрд. кВт. При непрерывной работе тепловых преобразователей за год такой мощностью будет выработано $0,96 \times 10^5$ млрд. кВт·ч, или $3,4 \times 10^{20}$ Дж. Цифра эта примерно втрое меньше потребления энергии, прогнозируемого на 2020 г.

Есть и другие причины, ограничивающие использование тепловой энергии Мирового океана. Речь идет о значительном выделении углекислого газа (CO_2) из глубинных холодных вод, которые должны подниматься в больших количествах на поверхность для работы тепловых преобразователей. Из-за снижения давления и повышения температуры этих вод при подъеме на поверхность из них будет выделяться растворенная углекислота. Кроме выделения углекислоты могут наблюдаться и другие нежелательные явления, связанные с гидродинамическими и тепловыми эффектами в океане, а также с возможными утечками рабочих жидкостей, т.е. аммиака, фреона или ядовитых веществ, необходимых для промывки теплообменников, например хлора. Все это свидетельствует о том, что вопрос об оптимальной величине съема тепловой энергии и местах наилучшего размещения станций ОТЕС достаточно сложен и нуждается в тщательном изучении.

Проекты по преобразованию тепловой энергии океана принято называть термином ОТЕС (ocean thermal energy conversion): т.е. преобразование тепловой энергии океана в механическую и далее в электрическую.

Лучи Солнца падают на него сверху. Но вспомним, что если спиральный электронагреватель опустить в стакан с холодной водой, в его верхнюю часть, то вода сверху закипает, а внизу останется холодной; объясняется это малой теплопроводностью воды.

Нет, такой способностью световые лучи не обладают. 60% светового потока поглощается в первом метре водной толщи. Ослабление идет по экспоненциальному за-

кону с достаточно большим показателем степени. В результате действия этого закона на глубине в 100 м уже сумерки в полдень, когда на поверхности глаза режет от яркого солнца. На протяжении 100 м освещенность снижается от 100 тыс. до нескольких люкс. И это происходит в относительно прозрачных водах центральной части Черного моря. На глубинах в 500–600 м остатки солнечного света можно обнаружить только с помощью чувствительного фотоумножителя.

Следует заметить, что светотехнические единицы (люксы) мало пригодны для измерений в воде, лучше пользоваться энергетическими, оценивая интенсивность излучения в ваттах на квадратный сантиметр. Дело в том, что морская вода — избирательный фильтр. Она плохо пропускает длинноволновые лучи Солнца и гораздо лучше — коротковолновые. Например, если опускать в воду какой-нибудь красный предмет, скажем, диск, то он перестанет быть видимым гораздо раньше, чем белый. А перед исчезновением побелеет. Что же касается инфракрасных лучей, то они поглощаются в воде практически полностью после прохождения слоя толщиной 3–4 м.

Но на эти лучи приходится основная часть энергии в спектре излучения Солнца. Благодаря перемешиванию путем турбулентности и конвекции. Если перемешивания не будет, Солнце нагреет лишь тонкую поверхностную пленку воды и тепло не будет запасаться в достаточном количестве. Прекратится «центральное отопление» планеты, Земля замерзнет. К счастью, этого не происходит. Турбулентность исправно работает, тщательно перемешивая воды Мирового океана в поверхностном слое, а глубже эстафету по переносу тепла принимает конвекция. Это сложный и еще недостаточно исследованный процесс.

Исключительную роль в перемешивании имеет соленость вод Мирового океана. За счет испарения воды с поверхности соленость в поверхностном слое возрастает. Но более соленая вода — более тяжелая, поэтому она опускается вниз, на глубину, несмотря на то, что она теплая.

Имеется еще один вид конвекции — проникающая. В этом случае струи тяжелой воды прямо с поверхности идет далеко в глубину. Такое интенсивное и мало изученное явление наблюдалось на Средиземном море.

В результате действия этих факторов верхний слой океана обычно хорошо перемешан. Он так и называется — перемешанный. Толщина его зависит от времени года, силы ветра и географического района. Например, летом в штиль толщина перемешанного слоя на Черном море всего 20–30 м. А в Тихом океане близ экватора был обнаружен (экспедицией на научно-исследовательском судне «Дмитрий Менделеев») перемешанный слой толщиной около 700 м. От поверхности до глубины в 700 м располагался слой теплой и прозрачной воды с температурой около 27°C. Этот район Тихого океана по своим гидрофизическим свойствам похож на Саргассово море в Атлантическом океане. Зимой на Черном море пере-

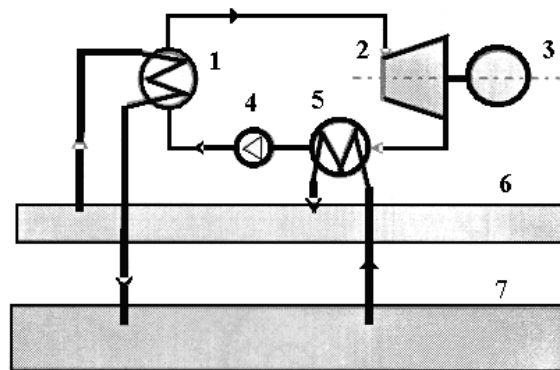


Рис. 2. Принципиальная схема преобразования тепловой энергии океана: 1 — не паритель, 2 — турбина, 3 — генератор, 4 — насос, 5 — конденсатор, 6 — теплая вода (поверхность океана), 7 — холодная вода (глубины океана)

мешанный слой в 3–4 раза толще летнего, его глубина доходит до 100–120 м. столь большая разница объясняется интенсивным перемешиванием в зимнее время: чем сильнее ветер, тем больше волнение на поверхности и сильнее идет перемешивание. Такой слой скачка называют еще сезонным, поскольку глубина залегания слоя зависит от сезона года.

Океан устойчиво стратифицирован, как говорят гидрофизики. Именно благодаря этому верхние слои воды океана могут служить для нагрева рабочей жидкости в тепловых преобразователях, использующих его энергию.

Процесс преобразования тепловой энергии океана осуществляется тепловыми машинами *ОТЕС*, работающими за счет разности температур холодной воды T_x , поднятой с глубины, и горячей T_c забираемой с поверхности (рис. 2). Горячая вода с поверхности океана 6 при температуре T_c охлаждается в испарителе 1 и испаряет теплоноситель, имеющий низкую теплоту испарения (аммиак, фреоны, вода при низком давлении). Пар поступает в турбину 2 и производит работу. В конденсаторе 5 холодная вода, забираемая из глубины океана 7, с температурой T_x , нагревается и конденсирует пар. Конденсат теплоносителя насосом 4 подается вновь в испаритель.

В идеальном случае для *ОТЕС*, работающей по замкнутому циклу, отбираемое тепло определяется по формуле (2).

На основе второго закона термодинамики максимальная механическая мощность, которую можно получить от преобразования тепла

$$N = \eta_k W \tag{3}$$

В соответствии с формулами (2) и (3), механическая мощность идеального преобразователя тепла

$$N = (pc_p v / T_c) \Delta T_2 \tag{3}$$

Требуемый расход воды:

$$v = \frac{N}{c_p p} \frac{T_c}{\Delta T^2} \tag{4}$$

Если принять $T_c = 20^\circ\text{C}$, $\Delta T = 20^\circ\text{C}$, $p = 1000 \text{ кг/м}^3$, $c_p = 4200 \text{ Дж/(кг К)}$, то для получения механической мощности $N = 1 \text{ МВт}$ необходимый расход воды $v = 0,18 \text{ м}^3/\text{с} = 650 \text{ м}^3/\text{ч}$. Это показывает, что для получения больших мощностей требуются значительные потоки воды, т.е. требуется применение громоздких установок.

Как видно из формулы (4), мощность *ОТЕС* установки зависит от ΔT . Опыт показал экономическую целесообразность *ОТЕС* в районах океана, где $\Delta T > 20^\circ\text{C}$. Такие районы расположены в тропиках, между 20° северной и 20° южной широт. В этих районах в течение года температуры T_c и T_x мало изменяются, что гарантирует стабильную выработку энергии в течение года.

Широкомасштабному промышленному развитию морской и океанской тепловой энергетики способствует ряд преимуществ:

ОТЭС используют чистый, неограниченный, возобновляемый природный ресурс. Тепло поверхности морей и холодная вода глубоководья заменяют традиционные ископаемые топлива, используемые для производства электричества.

ОТЭС не воздействуют негативно на окружающую среду. Используемая в процессе работы станции вода возвращается в соответствующие океанские слои без каких-либо негативных последствий.

ОТЭС способны, наряду с электроэнергией, производить пресную воду, что особенно важно для островных наций, где поступления пресной воды ограничены.

Солнечной энергии, поступающей в верхние слои океана, более чем достаточно для обеспечения человечества чистой энергией в будущем.

Использование океанской энергии увеличивает независимость от импортируемых традиционных видов топлива, повышая тем самым энергетическую безопасность.

Холодная вода *ОТЭС* может также использоваться для охлаждения и кондиционирования зданий, в сельском хозяйстве, для выращивания рыбы, моллюсков и водорослей.

ОТЭС могут быть использованы для производства энергоемких газов водорода, метанола и аммиака.

Литература:

1. Акуличев, В.А., Ильин А.К. Тепловые энергетические ресурсы тропических районов Мирового океана. — Владивосток: ТОИ ДВНЦ АН СССР, 1984, с. 3.
2. Бекман, Г., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии. М.: Мир, 1987. — 272 с.
3. Шетцле, С. Аккумулирование тепловой энергии в водоносных горизонтах. М.: Энергоатомиздат, 1984. — 208 с.
4. П.Э. Аллокулов, Б.Э. Хайридинов, В.Д. Ким. Нетрадиционная теплоэнергетика. Издательство «Фан» АНРУз. 2009. — 187 с.

Разработка механизма прижатия материалов путём применения гидроприводов на швейных агрегатах

Гаппаров Хасан Гаппарович, доцент;
 Гафурова Нигора Туймуродовна, доцент;
 Давронов Жасур Гиёзович, инженер;
 Жураев Дадахон Давлатович, магистрант
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В процессе шитья материалов, особенно толстых, шерстяных и тканей с металлическими покрытиями и т.д., главным фактором является усилия прижатия сшиваемых деталей со стороны узла лапки.

Узел лапки, состоящий из лапки 1, стержня 2, пружина 3, и регулятора подъёма 4, создаёт необходимую рабочую давления 25–30Н, лапкой с помощью упругого элемента 3. Следует, отметить, что это принцип сохранилось до настоящего времени [1].

Однако прогрессивная технология текстильной промышленности начали выпускать толстостенных, технических и специальных тканей особого назначения, а также металлическими покрытиями, что потребует модернизации существующих парка швейных машин легкой промышленности.

Известно, что узел лапки осуществляет давления на материал с помощью упругого элемента 3, что непосредственно приводит снижение производительности и качества стяжки.

Кроме того снижение усилия прижатия от 30–20Н, нарушает равномерного распределение силы натяжения нитей идущие от игл и челнока. В процессе шитья поверхность сшиваемых деталей, особенно толстослойных и жесткую поверхность по сравнению с другими, что создает малые колебание движение лапки по вертикальной оси, приводящих к разрыву контакта. Процесс перемещение материала осуществляется по траектории эллипса, соответствующий движения рейки в точках 1–2–3–4 (рис. 1), большая ось эллипса: $t = 123 \div 125 \text{ мм}$, диаметр стержня $d_{ст} = 8,5 \text{ мм}$, высота $h = 3 \text{ мм}$, уровень материала от игольной поверхности $l = 0,5 \div 0,7 \text{ мм}$, масса деталей лапки составляет $m_n = 0,75 \text{ Н}$ и ускорения движения рейки в вертикальном направлении на участке 2–3 равен $a_y = 0,135 \text{ м/с}$.

В работе определена условия движение материала под действием рейки без учёта сила трения материала о стол [2]:

$$P_p \geq P_{ст.} + m_n \cdot a_x \text{ или } P_p - P_{ст.} \geq m_n \cdot a_x \quad (1.1)$$

где: P_n — необходимая сила для перемещения материала;

$P_{ст.}$ — сила трения между лапкой и материалом;

m_n — масса материала.

Учитывая большой эластичности сшиваемых деталей, а также ускорение элементарной участки материала и зубчатой рейкой, считаем, их величина очень близко, принимаем их равной.

Обозначив коэффициенты трения между рейкой и материалом через $\mu_1 (0,5 \div 0,8)$, а между материалом и лапкой $\mu_2 (0,1 \div 0,3)$ найдем необходимую силу P_n прижатия лапки материал:

$$P_n \geq \frac{m_n \cdot a_x P_p}{\mu_1 - \mu_2} \geq \frac{m_n \cdot a_x}{\mu_1 - \mu_2} \quad (1.2)$$

При шитье толстослойных, технических и специальных тканей с высокой плотности, трения между поверхностью материала и лапкой бывает велико, что упругой элемент лапки не обеспечит равномерный контакт. В этих случаях целесообразно применит лапки специальной конструкции с применением гидроприводом.

При подъёме и опускания лапки сила P_n не должна, быть не менее минимального значения по уравнению (1.2).

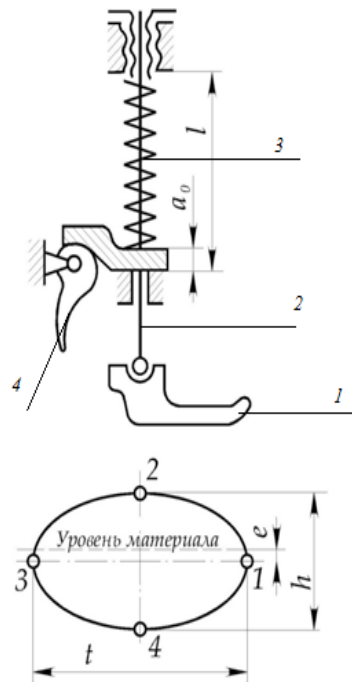


Рис. 1. Схема механизма прижимной лапки и траектория зубчатой рейки: 1 — лапка; 2 — стержень; 3 — пружина; 4 — регулятор подъема лапки

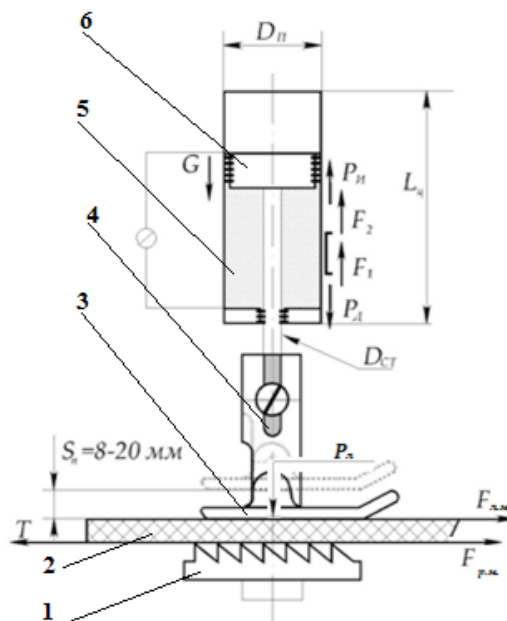


Рис. 2. Схема нового узла лапки с гидроприводом: 1 — зубчатая рейка; 2 — материал; 3 — лапка; 4 — стержень; 5 — гидроцилиндр; 6 — поршень

Учитывая, что вертикальные движения рейки и лапки примерно равны, тогда уравнение движения лапки под действием пружины будет:

$$P_1 - y \cdot c - P_n - m_2 \cdot a_y = 0 \tag{1.3}$$

где: y — перемещение лапки верхнего крайнего положения;
 P_1 и c — начальная натяжения, и жёсткость упругого элемента;

m_2 — масса всех деталей связанных с лапкой.

Исходя, из вышеизложенных параметров узла лапки, переходим к выбору нового конструкции узла прижатия с гидроприводом.

Гидроприводы имеют простой конструкции, регулируемость давления материала, надёжность в работе, компенсирующие способности затухания малых колебаний при шитье толстослойных, технических, специальных тканей, а также материалов с металлическими покрытиями.

Рассмотрим кинематика и динамика процесса гидроприводы с учётом параметрами узла прижатия материала. Давления в цилиндре зависимости от параметров гидросистем таких как: $P, x, P_{и}, F_1, F_2, P_{д}$ и т. д., для любого положения лапки за время dt , насос подаёт масла в рабочей цилиндр в количестве:

$$dq_{н} = Q_{н} \cdot dt,$$

где: $Q_{н}$ —подача масла насоса.

Цилиндр с плунжером и лапкой за это время перемещается вниз на величину dx и образует объём $dq_{н} = S \cdot dx$.

Масло в системе за время dt уплотняется на величину $dv(Q_{н} - \frac{dx}{dt} \cdot S)dt$, что вызывает приращение давления в системе:

$$dP_{ц} = E \cdot dV_{г} \frac{dV}{dV_{г}}$$

где: $V_{г}$ — объём масло в системе;

E — модуль упругости системы масло-трубопровод;

Подставляя значение $dV_{г}$ в выражение для $dP_{ц}$, получим:

$$dP_{ц} = \frac{E}{V_{г}} (Q_{н} - \frac{dx}{dt} \cdot S) dt \tag{1.4}$$

где: $V_{г} = V_0 + Sx$; V_0 — начальный объём в системе при $t = 0$.

После интегрирование выражения (1.4) для $dP_{ц}$ получим:

$$dP_{ц} = \frac{E}{V_{г}} (Q_{н} \cdot t - Sx) + c \tag{1.5}$$

При значения $x: t = 0, x = 0$ и $P_{ц} = 0, c = 0$ и тогда получим уравнение:

$$dP_{ц} = \frac{E \cdot Q_{н}}{V_{г}} \cdot t - \frac{E \cdot S}{V_0} \cdot x \tag{1.6}$$

Рассмотрим движение лапки X_{xxx} . Уравнение равновесия без учёта сил сухого и вязкого трения в соответствии с расчётной схемой (Рис.2.) имеет вид:

$$P_{и} - P_{д} + (F_1 + F_2 + T - G) = 0 \tag{1.7}$$

где: $P_{и} = m_{пп} \cdot \frac{d^2x}{dt^2}$ — сила инерции плунжера;

$m_{пп}$ — масса перемещающихся с лапкой деталей, приведенная к рабочему цилиндру;

G — сила тяжести перемещающихся деталей совместно с лапкой;

F_1, F_2 — силы сопротивления трения поршня о цилиндре и трения между стержнем и уплотнителем лапки;

$P_{д} = P_{и} S$ — движущаяся сила в цилиндре.

С учётом выражения (1.7) после деления на $m_{пп}$ и введения новой переменной $y = x + a_1$, уравнение примет стандартную форму:

$$\frac{d^2y}{dt^2} + q_1^2 \cdot y = A_0 \cdot t \tag{1.8}$$

где: $A_0 = E \cdot Q_{н} S / V_0 \cdot m_{пп}$,

Решением уравнение (1.8) является: $x = c_1 \cos q_1 t + c_2 \sin q_1 t + \frac{A_0 \cdot t}{q_1^2} - a_1$

При начальных условиях $t = 0, x = 0, i \frac{dx}{dt} = 0, c_1 = a_1, c_2 = \frac{A_0}{q_1}$. С учётом этих параметров, уравнение (1.8) принимает вид:

$$x = \sqrt{a_1^2 + \left(\frac{A_0}{q_1}\right)^2} \sin(q_1 t - \varphi) + \frac{A_0}{q_1} \cdot t - a_1 \quad (1.9)$$

Очевидно, скорость движения лапки при холостом ходу $\dot{x}_{x.x.}$.

$$\dot{V}_{x.x.} = \frac{dx}{dt} = \sqrt{a_1^2 \cdot q_1^2 + \left(\frac{A_0}{q_1}\right)^2} \cos(q_1 t + \varphi) + \frac{A_0}{q_1} \quad (1.10)$$

Уравнения (1.9) и (1.10) показывают, что перемещения лапки и его скорость будут, имеет колебательный характер с периодом колебаний.

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_n \cdot V_0}{K \cdot V_0 + E \cdot S^2}} \cdot c, \quad (1.11)$$

и частота колебаний будет равен: $f_1 = \frac{q_1}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K \cdot V_0 + E \cdot S^2}{m_n \cdot V_0}}$, Гц

Амплитуда колебаний перемещения и скорости лапки будут соответственно

$$\sqrt{a_1^2 + \left(\frac{A_0}{q_1}\right)^2} \text{ и } \sqrt{a_1^2 \cdot q_1^2 + \left(\frac{A_0}{q_1}\right)^2}$$

На характер колебания давления лапки значительное влияния оказывают сила трения R , действующие в системе.

Таким образом, f_1 — частоты колебаний лапки со стержнем зависит от параметров гидропривода, $D_n, X_{x.x.}, L_p, E'$ и других параметров гидросистемы.

Заключение.

1. Применения гидроприводов в механизмах прижатия материала на швейных агрегатах, позволяет создать рабочее давление в зоне контакта от 30Н до 1000Н с регулируемой величиной;
2. Предлагаемая конструкция механизма прижатия материала, позволяет снижение колебаний до максимума, следовательно, компенсирует малые удары со стороны зубцов на рабочую поверхность лапки.
3. Механизм прижатия с гидроприводом позволяет повышения эффективности процесса шитья технических и специальных тканей с металлическими покрытиями.

Литература:

1. А. И Комиссаров и др. — Проектирование и расчет обувных и швейных производств/Комиссаров А.И., Жуков В.В., Никифоров В.М., Сторожев В.В. М., 1978.431 с.
2. Н.М. Вальщиков Расчет и проектирование машин швейного производства 1978,343 с.
3. Башта, Т.М. Гидроприводов и гидропневматика. М., 1972. 625 с
4. Семенов, М.В. Кинематические и динамические расчеты исполнительных механизмов. Л., 1974.

Тяговое сопротивление бокового рабочего органа рыхлительной машины

Гаффаров Хасан Равшанович, доцент

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Суммарное тяговое сопротивление бокового рабочего органа складывается из сопротивления почвы перемещению долота (R_d), стойки (R_c), и рыхлительной пластины (R_p), т. е.

$$R_b = R_d + R_c + R_p \quad (1)$$

Тягового сопротивления долота (R_d):

$$R_d = K_1 p_1 b_1 + \xi h (b_d + h \operatorname{ctg} \psi_2) \{ \cos \psi_n + f \sin (\alpha + \psi_n) \cos \alpha \} / \sin \psi_n + \{ (h \operatorname{ctg} \psi_2 + h \operatorname{ctg} \psi_2) h \gamma + (2 h \operatorname{ctg} \psi_2 + b_d + H \operatorname{tg} \Theta \gamma^1) V^2 \sin \alpha \operatorname{tg} (\alpha + \gamma) + b_d (h \gamma + H \gamma^1) h_d \operatorname{tg} (\alpha + \gamma) / \sin \alpha \quad (2)$$

Стойка рабочего органа взаимодействует с разрушенной доломом почвой и раздвигает ее в стороны. Силу сопротивления ее определяем, пользуясь схемой, приведенной на рис 1.

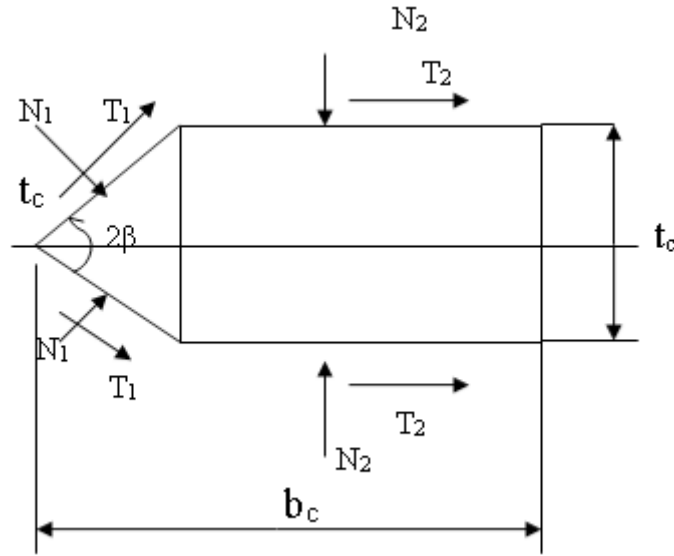


Рис. 1. Схема сил, действующих на стойку

$$R_c = 2N_1 \sin \beta + 2T_1 \cos \beta + 2T_2 \tag{3}$$

где N_1 — сила нормального давления почвы на переднюю грань стойки;

$T_1 = fN_1$ — сила трения, возникающая на передней грани стойки;

$T_2 = fN_2$ — сила трения, возникающая на боковой грани стойки;

$$R_c = 2N_1 \sin \beta + 2fN_1 \cos \beta + 2fN_2 \tag{4}$$

Выразим N_1 и N_2 через удельное давление почвы на переднюю грань стойки и ее геометрические размеры

$$R_c = q_n t_c (h + H) (1 + f \operatorname{tg} \beta + f q_6 (h + H) (2b_c - t_c \operatorname{ctg} \beta)) \tag{5}$$

Где q_n — удельное давление почвы на переднюю грань стойки;

q_6 — удельное давление почвы на боковую грань стойки;

b_c — ширина стойки;

t_c — толщина стойки;

β — половина угла заострения стойки.

Выведем зависимость для определения сопротивления почвы перемещению рыхлительной пластины. В процессе работы рыхлительная пластина преодолевает сопротивление R_2^1 почвы деформации и силу трения, возникающую от этой силы на рабочей поверхности рыхлительной пластины, сопротивление R_3^1 , обусловленное силой инерции почвы и сопротивление R_4^1 уу перемещению в сторону, т. е.

$$R_{\Pi} = R_2^1 + R_3^1 + R_4^1 \tag{6}$$

Сопротивление почвы деформации можно определить, спроектировав силу S^1 сопротивления почвы сдвигу и силу трения, возникающую от этой силы на рабочей поверхности рыхлительной пластины, по направлению движения.

$$R_2^1 = S^1 \sin (\gamma_n + \varphi) + f S^1 \cos \varphi \cos \gamma_n = S^1 \{ \sin (\gamma_n + \varphi) + \sin \varphi \cos \gamma_n \} \tag{7}$$

Сила сопротивления сдвигу равна

$$S^1 = \tau (2a - b_n) b_n \cos \varphi / 2 \cos (\gamma_n + \varphi) \sin \gamma_n \tag{8}$$

Аналогичным образом определяем сопротивление почвы перемещению в сторону

$$T^1 = T^1 \{ \sin (\gamma_n + \varphi) + \sin \varphi \cos \gamma_n \} \tag{9}$$

Где T^1 — сила трения почвы, перемещаемой рыхлительной пластиной.

Силу трения T^1 определяем путем умножения силы тяжести перемещаемой рыхлительной пластиной почвы

На коэффициент ее внутреннего трения, т. е.

$$T^1 = f^1 G \tag{10}$$

Где f^1 — коэффициент внутреннего трения почвы,

$$G = F_{\text{авсд}} h_n \gamma g = (2a - b_n) b_n \cos \varphi / 2 \cos (\gamma_n + \varphi) \sin \gamma_n \cdot h_n \gamma g \tag{11}$$

Подставив значение G в 10, а затем T^1 в 9, окончательно записываем

$$R_4^1 = f^1 (2a - b_n) b_n \cos \varphi / 2 \cos (\gamma_n + \varphi) \sin \gamma_n \cdot h_n \gamma g \{ \sin (\gamma_n + \varphi) + \sin \varphi \cos \gamma_n \} \tag{12}$$

Уравнение, выражающее закон изменения количества движения перемещаемой рыхлительной пластиной почвы по направлению, перпендикулярному к ее рабочей поверхности, имеет следующий вид

$$N_d dt = dm (V_n - V_{no}) \quad (13)$$

Где N_d — динамическая нормальная сила, возникающая на рабочей поверхности рыхлительной пластины;

t — время;

V_n — проекция абсолютной скорости перемещения частиц почвы на нормаль рабочей поверхности рыхлительной пластины;

V_{no} — начальная скорость перемещения частиц почвы;

m — масса почвы, перемещаемая рыхлительной пластиной.

$$N_d = dm/dt V_n \quad (14)$$

Масса почвы, перемещаемая рыхлительной пластиной в единицу времени, равна

$$dm/dt = ah_n V \gamma \quad (15)$$

Подставив значение 15 в 14 и учтя, что $V_n = V \sin \gamma_n$, получаем

$$N_d = ah_n V^2 \gamma \sin \gamma_n \quad (16)$$

Таким образом, динамическое давление почвы на рабочую поверхность рыхлительной пластины пропорционально квадрату скорости движения, междуследую рабочих органов. Оно возрастает с увеличением угла установки рыхлительной пластины к направлению движения.

Сила сопротивления перемещению рыхлительной пластины от динамического давления почвы с учетом силы трения, возникающей от нее, равна

$$R_3^1 = N_d \sin (\gamma_n + \varphi) / \cos \varphi = ah_n V^2 \gamma \sin \gamma_n \sin (\gamma_n + \varphi) / \cos \varphi \quad (17)$$

Из анализа этого выражения следует, что сила сопротивления, обусловленная инерцией перемещаемой рыхлительной пластиной почвы, с увеличением угла γ_n и скорости движения возрастает. Подставив значение R_2^1 , R_3^1 и R_4^1 в (1) записываем

$$R_p = [(\tau + f^1 h_n \gamma g) (2a - b_n) b_n \cos \varphi / 2 \cos (\gamma_n + \varphi) \sin \gamma_n \cdot \{ \sin (\gamma_n + \varphi) + \sin \varphi \cos \gamma_n \} + ah_n V^2 \gamma \sin \gamma_n \sin (\gamma_n + \varphi) / \cos \varphi \quad (18)$$

Литература:

1. Синеоков, Г. Н, Панов И. М., Теория и расчет почвообрабатывающих машин. М.: Машиностроение. 1977. 328 с.

От чего зависят качественные и энергетические показатели работы машин и орудий для глубокой обработки почвы?

Гаффаров Хасан Равшанович, доцент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Для рыхления подпахотного слоя во многих почвенно-климатических зонах долгие годы применялись плуги-рыхлители, отличительной особенностью которых являются чизельные рабочие органы с наклонными и криволинейными в поперечно-вертикальной плоскости стойками. Исследования, проведенные за рубежом и в нашей стране, показали высокую агротехническую эффективность плугов-рыхлителей при основной обработке почвы, для коренного улучшения многолетних трав, глубокого рыхления пропашных культур, так как это стабильно повышает урожайность.

В ВИСХОМ проведены исследования, целью которых является улучшение агротехнических показателей и снижение энергоёмкости на основной обработке почвы путем оптимизации параметров чизельных орудий. Для этого разработан полунавесной плуг-рыхлитель. Установлено,

что минимум энергозатрат для выполнения агротехнических требований обеспечивается при следующих параметрах чизельного рабочего органа: угол наклона $\varphi_{ст} = 40 - 45^\circ$; угол наклона стойки в продольно-вертикальной плоскости $\beta_a = 67^\circ$; угол крошения долота $\alpha_d = 16 - 21^\circ$; угол асимметричной заточки ножа $\epsilon = 18 - 24^\circ$.

Наклонная стойка чизельного органа $\varphi_{ст} = 40 - 45^\circ$ перемещается в объёме с нарушенными и ослабленными долотом внутрипочвенными связями и расклинивает боковую трещину, ограничивающую деформируемый объём от монолита пласта. Снижения энергоёмкости процесса рыхления почвы чизельным органом с наклонной стойкой обусловлено рациональным взаимодействием стойки с обрабатываемым пластом.

Л. С. Орси́к, проводя исследования схемы и параметров безотвального плуга-рыхлителя с наклонными стой-

ками рабочих органов [1], пришёл к выводу, что тяговое сопротивление рабочего органа при заблокированном резании в 1,6 раза выше, чем при полублокированном, и в 2 раза выше, чем при свободном резании почвы. Установлено также, что наименьшее удельное тяговое сопротивление для плугов-рыхлителей с любым числом рабочих органов достигается при плужной схеме их расстановки.

П.А. Лукашевич и другие установили [2], что если по бокам полосы, обрабатываемой пассивным рабочим органом, имеются открытые стенки, качество обработки почвы существенно улучшается, а тяговое сопротивление орудия снижается.

Р.Л. Турецкий [3] показал, что по мере увеличения отношения L/h (где L -расстояние между стойками; h -глубина обработки) сопротивление рыхлению уменьшаются до определенного значения, затем остаются постоянными. При $L/h=0$, т.е. если все стойки расположены в один ряд, сопротивление рыхлению оказалось максимальным. Оптимальное отношение L/h находилось в пределах 0,75...1,0 (в зависимости от скорости рыхления). При таком отношении создавались условия беспрепятственного протекания процесса свободного и полублокированного резания, т.е. полностью был использован энергетический эффект деблокированного резания. При $h=50...65$ см оптимальное расстояние составило 40...50 см. При оптимальном отношении L/h энергоемкость процесса рыхления уменьшалась на 25...30% по сравнению с энергоемкостью рыхлителя, у которого рабочие органы расположены в один ряд.

Для рыхления подпахотного слоя с одновременной вспашкой в УзМЭИ разработан плуг с почвоуглубителем.

Литература:

1. Орсик, Л.С. Обоснование схемы и параметров безотвального плуга-рыхлителя с наклонными стойками рабочих органов.: Автореф. дисс. ... к. т. н. — 1988. 186 с.
2. Лукашевич, П. А и др. Деблокированное глубокое рыхление почвы // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1974. № 2. с. 13—14.
3. Турецкий, Р.Л. Некоторые вопросы резания грунтов // Труды ЦНИИМЭСХ. Т1. Минск. 1963. с. 122—129.
4. Мурадов, М. М Исследование основных параметров почвоуглубительной лапы к двухъярусному плугу под хлопчатник. Автореферат диссертации канд. техн. наук. Янгиюль. 1969. с. 18.
5. Бибутов, Н.С. Обоснование параметров рабочего органа глубокорыхлителя для зоны хлопкосеяния. Автореферат диссертации канд. техн. наук. Янгиюль. 1983. с. 18.

По исследованиям М. Мурадова [4], для наилучшей заглубляемости и минимального тягового сопротивления угол крошения лапы должен быть 220, угол раствора $2\gamma=1200$.

Н.С. Бибутов [5] установил, что при глубоком рыхлении почвы удовлетворительное качество вспашки обеспечивали лапы с углом крошения 18...200 и углом раствора $2\gamma=800$.

С увеличением угла крошения α от 150 до 300 угол продольного скалывания уменьшался с 47 до 340, угол бокового скалывания с 62 до 440. Высота гребней дна обработки уменьшалась. Однако при работе плоскорезущих лап образовывалась повторная плужная подошва, препятствующая проникновению влаги, воздуха к корням растений в нижележащие слои, затрачивалась излишняя энергия на подрезание и подъем пласта.

Из проведенного обзора следует, что качественные и энергетические показатели работы машин и орудий для глубокой обработки почвы зависят от типа, формы и параметров рабочих органов, схемы расстановки их на раме, физико-механических свойств почвы и др.

Одним из наиболее действенных путей снижения энергоемкости машин и орудий для глубокой обработки является трансформация заблокированного резания рабочим органом в свободное или полусвободное. Этот принцип положен в основу следующей гипотезы: снижение энергоемкости разуплотнения подпахотного слоя почвы и исключение образования при этом плужной подошвы можно обеспечить путем рыхления монолита почвы узким центральным рабочим органом с последующим сдвигом подпахотного слоя в сторону зоны, взрыхленной боковыми рабочими органами, выполненным в виде вертикального клина.

Расчет вероятности отказа проектируемого складского комплекса

Гришкова Диана Юрьевна, кандидат технических наук, доцент
Сибирский государственный университет путей сообщения

Решение о запрете импорта продовольствия из определенных стран Запада дало толчок для стимулирования развития отечественного аграрного потенциала. Наиболее крупным аграрным сектором в Сибирском регионе является Алтайский край. Для бесперебойного снабжения регионов сельскохозяйственной продукцией необходимо разрабатывать меры в следующих основных циклах:

- производство основных видов сельскохозяйственной продукции;
- транспортировка их к распределительным складам или местам временного хранения;
- развитие распределительных складов;
- транспортировка их непосредственно к местам временного хранения по регионам.

Таким образом, учитывая аграрную специфику края и ожидаемую динамику производства основных видов сельскохозяйственной продукции, приоритетность развития пищевой и перерабатывающей промышленности, необходимо разработать меры, в том числе и для оптимального использования распределительных комплексов.

Крупные распределительные комплексы целесообразно развивать на территориях уже имеющих грузовой двор, тяготеющих к железнодорожным станциям. К крупной станции, обслуживающий Алтайский край относится станция Барнаул. На этой станции имеется грузовой двор с необходимой инфраструктурой и транспортными развязками.

С учетом наличия свободного места на территории грузового двора и удобного подвода железнодорожных и автомобильных путей предлагается запроектировать складской комплекс категории «А», предназначенный для переработки тарно-штучных паллетированных грузов, в том числе для сельскохозяйственной упакованной продукции: крупа, мука, макароны и другое. План проектируемого складского комплекса приведен на рисунке 1.

Площадь нового складского комплекса предположительно составит 2080 м², длина 130 м, ширина 16 м и высота 10 м. Складской комплекс будет иметь по трое ворот с каждой стороны, автомобильную и железнодорожную рампы.

Размещение стеллажей выбрано продольное. При продольном размещении стеллажей по площади склада будут располагаться двоянные стеллажи по 4 секции в 2 ряда, как показано на рисунке 1. Между секциями также запроектированы необходимые проходы и проезды. Емкость склада составит 2240 поддоно-мест.

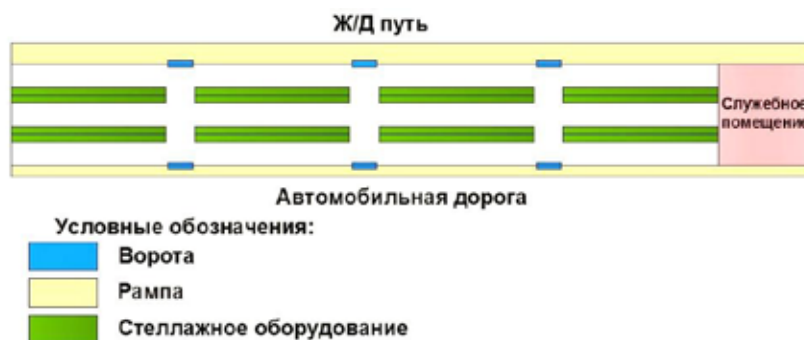


Рис. 1. План проектируемого складского комплекса с продольным расположением стеллажей

При проектировании нового складского комплекса важную роль играет стабильность и эффективность его работы, так как они оказывают влияние на экономическую сторону работы склада, а также и на остальные звенья логистической цепи доставки товаров. В связи с этим, при проектировании складского комплекса необходимо заложить необходимые резервы работы систем склада, для того, чтобы обеспечить его надежность.

Надежность работы склада рассчитывается по двум аспектам:

- определяется вероятность отказа в приеме груза зоной хранения;
- определяется резерв вместимости терминально-складского комплекса.

Определим вероятность отказа работы в зоне хранения при заданной вместимости склада. Склад представляет собой систему, состоящую из «В» ячеек, каждая из которых принимает на хранение одну партию груза. Если в момент прибытия очередной партии груза свободна хотя бы одна ячейка, то склад принимает груз на хранение.

Критерием надежности функционирования является вероятность отказа, т. е. вероятность того, что в момент поступления партии груза все обслуживающие ячейки будут заняты.

Рассчитаем среднесуточное поступление:

$$\lambda = \frac{\vartheta}{365}, \tag{1}$$

где ϑ — годовое поступление партий поддонов на склад, партий;
365 — количество дней в году.

Годовое поступление поддонов на склад составляет 61824 поддона в год, каждая партия приблизительно составляет 18 поддонов, тогда ϑ равна 3435 партий. Таким образом, среднесуточное поступление поддонов на склад составляет:

$$\lambda = \frac{3435}{365} = 9,4 \text{ партии/день} \tag{2}$$

Также необходимо рассчитать интенсивность обслуживания:

$$\mu = \frac{1}{Mt_{\text{обсл}}}, \quad (3)$$

где $Mt_{\text{обсл}}$ — среднее время хранения партии груза на складе, сут.

Среднее время хранения партии груза на складе $Mt_{\text{обсл}}$ составляет 10 суток.

$$\mu = \frac{1}{10} = 0,1 \quad (4)$$

Определим вероятность отказа приема складом партий груза:

$$P_n = \frac{\frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{\sum_{m=0}^n \frac{1}{m!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^m} \quad (5)$$

где n — расчетное число ячеек хранения на складе;

$$n \geq \frac{\lambda}{\mu}, \quad (6)$$

$$n = \frac{9,4}{0,1} = 94 \text{ ячейки} \quad (7)$$

$$P_n = \frac{\frac{1}{94!} (94)^{94}}{\sum_{m=0}^{94} \frac{1}{m!} (94)^m} = 0,079 \quad (8)$$

Таким образом, вероятность отказа составляет 7,9%.

Практически безотказная работа склада обеспечивается при вероятности отказа 4–5%. Таким образом, необходимо увеличивать n на 1 до достижения P_n 0,05.

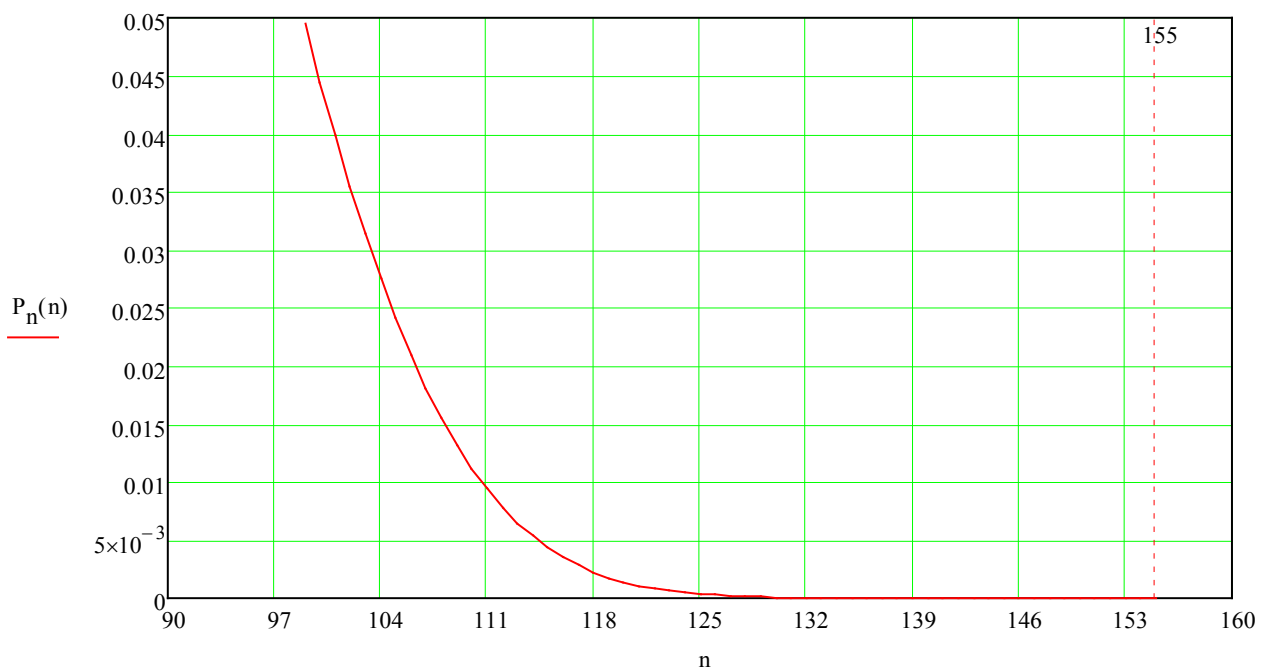


Рис. 2. Зависимость вероятности отказа от количества условных ячеек

На рисунке 2 изображена зависимость вероятности отказа от количества условных ячеек. При n , равном 99, вероятность отказа составляет 4,9%.

При такой вероятности отказа найдем необходимую вместимость склада. При расчетной нагрузке на площадь склада $\rho = 4,63$ поддона/м² и среднем количестве поддонов в одной партии груза g равном 18, расчетная площадь f составит:

$$f = \frac{g}{\rho}, \tag{9}$$

$$f = \frac{18}{4,63} = 3,88 \text{ м}^2 \tag{10}$$

Тогда потребная площадь склада составит:

$$F = n * f, \tag{11}$$

$$F = 3,88 * 99 = 384,9 \text{ м}^2 \tag{12}$$

Вместимость:

$$B_o = F * \rho \tag{13}$$

$$B_o = 384,9 * 4,63 = 1782 \text{ поддонно-места} \tag{14}$$

Для данной вместимости склада 2240 поддонно-мест, вероятность отказа составит:

$$n = \frac{B_{\phi}}{\rho f} \tag{15}$$

$$n = \frac{2240}{4,63 * 3,88} = 124 \text{ усл. ячеек} \tag{16}$$

$$P_n = \frac{1}{124!} \frac{(94)^{124}}{\sum_{m=0}^{124} \frac{1}{m!} (94)^m} = 0,00048 \tag{17}$$

Таким образом, при данной вместимости склада вероятность отказа стремится к нулю.

Определим резерв в работе терминально-складского комплекса. Резерв появляется за счет разницы фактической и необходимой вместимости склада и определяется по формуле:

$$B_p = \frac{B_{\phi} - B_n}{B_n} * 100 \tag{18}$$

где B_p — резерв вместимости склада, %,

B_{ϕ} — фактическая вместимость склада, поддонно-мест,

B_n — необходимая вместимость склада, поддонно-мест.

$$B_p = \frac{2240 - 1782}{1782} * 100 = 25,7\% \tag{19}$$

Резерв вместимости склада составляет 25,7%, таким образом, данный склад обладает достаточной надежностью по хранению грузов при заданных условиях.

Литература:

1. Гришкова, Д. Ю. Проектирование современного складского комплекса в Алтайском узле [Текст]/Д. Ю. Гришкова, А. А. Тяботова // Молодой ученый. — 2014. — № 3. — с. 274–277.
2. Концепция создания терминально-логистических центров на территории российской федерации. — Москва, 2012–79 с.
3. Елисеева, С. Ю. Логистическое управление грузовыми перевозками и терминально-складской деятельностью [Текст]/С. Ю. Елисеева, В. М. Николашин, А. С. Синицына. — Москва, 2013. — 428 с.
4. Гаджинский, А. М. Логистика: учебник. [Текст]/Гаджинский, А. М. — Москва, 2010. — с. 345–349.
5. Жогаль, С. И. Применение методов математического программирования и моделирования при решении производственных задач [Текст]/С. И. Жогаль. — Гомель, 2001. — с. 45–47.

Применение активных методов обучения на занятиях по специальности «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок» (по отраслям)

Зайцев Георгий Иванович, преподаватель
Раменский колледж (Московская обл.)

Концепция модернизации российского образования определяет приоритетные цели и задачи, решение которых требует высокого уровня качества образования. Сегодня общество заинтересовано в выпускниках с развитыми познавательными потребностями, нацеленных на саморазвитие и самореализацию, умеющих оперировать полученными знаниями, ориентироваться в современном информационном пространстве, продуктивно работать, эффективно сотрудничать, адекватно оценивать себя и свои достижения. В меняющемся мире система образования должна формировать такое качество, как профессиональный универсализм — способность менять сферы и способы деятельности.

Поэтому применение активных методов обучения на занятиях по специальности «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)» является очень важным способом упорядоченной взаимосвязанной деятельности преподавателя и обучаемых, деятельности, направленной на решение задач образования, воспитания и развития в процессе обучения.

Методом обучения называют способ упорядоченной взаимосвязанной деятельности преподавателя и обучаемых, деятельности, направленной на решение задач образования, воспитания и развития в процессе обучения.

Основными группами методов обучения являются:

1 группа: **Методы формирования новых знаний и способов деятельности.** К ним относятся:

— *объяснительно-иллюстративный и репродуктивный методы: рассказ, лекция, объяснение, изучение литературы, показ, демонстрация, выполнение задания по алгоритму, опрос и др. Данные методы тренируют память и дают знания, но не позволяют в полном объёме развить творческое мышление детей;*

— *проблемный и частично-поисковый методы: проблемная или эвристическая беседа, создание ситуаций затруднения и др. Благодаря этому методу учащиеся приобретают навыки логического, критического мышления, умения формулировать проблему и находить способы её решения и т. п.;*

— *исследовательский метод: решение задач творческого уровня, самостоятельное решение проблемной ситуации, проведение опытов, классификация, моделирование, проектирование, конструирование, постановка эксперимента и др. Благодаря данному методу обучающийся постепенно*

познаёт принципы и этапы научного исследования. Он не только изучает литературу по теме исследования, но также разрабатывает его план, проверяет собственные гипотезы по решению проблемы и оценивает полученные результаты.

2 группа: **Методы организации деятельности учащихся.** К ним относятся:

— *методы, предполагающие взаимные действия учителя и учащихся: мозговой штурм, дискуссия, диспут, ролевые и сюжетные игры, метод кейсов, практикум, тренинг, выступления учащихся с докладами и др.;*

— *методы самостоятельной работы учащихся: выполнение упражнений, сопровождающихся самопроверкой, изучение материалов учебника, действия с моделями, схемами, таблицами, приборами, лабораторная работа и т. п.*

3 группа: **Методы контроля и самоконтроля.**

К ним относятся:

— *степень владения данной группой методов позволяет оценить эффективность деятельности учителя по определению результативности учебно-познавательной и других видов деятельности учащихся: тестирование, анкетирование, викторина, письменные работы, устные и письменные опросы, зачёт, экзамен и др.*

4 группа: **Методы формирования личностных результатов.**

К ним относятся:

— *беседа, убеждение, внушение, поручение, соревнование, пример, аналогия, рефлексивные методы, воспитывающие ситуации и др.*

Современное информационное общество ставит перед учебными заведениями СПО задачу подготовки выпускников, способных:

— ориентироваться в меняющихся жизненных ситуациях, самостоятельно приобретая необходимые знания, применяя их на практике для решения разнообразных возникающих проблем;

— самостоятельно критически мыслить, видеть возникающие проблемы и искать пути рационального их решения, используя современные технологии; чётко осознавать, где и каким образом приобретаемые ими знания могут быть применены; быть способными генерировать новые идеи, творчески мыслить;

— грамотно работать с информацией (собирать необходимые для решения определённой проблемы факты,

анализировать их, делать необходимые обобщения и аргументированные выводы, применять полученный опыт для выявления и решения новых проблем);

- быть коммуникабельными, контактными в различных социальных группах, уметь работать сообща в различных областях, в различных ситуациях, предотвращая или умело выходя из любых конфликтных ситуаций;

- самостоятельно работать над развитием интеллекта, культурного уровня.

Анализ научно-методической литературы и собственный практический опыт позволяют нам говорить о ряде мероприятий, проводимых в нашем учебном заведении направленных на применение активных методов обучения на занятиях по специальности «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)» с целью повышения качества подготовки обучающихся по общепрофессиональным дисциплинам.

Общепрофессиональные дисциплины в колледже изучаются с I-го по IV-й курс. Основная масса наших абитуриентов поступает в колледж на базе 9-ти классов, поэтому все преподаватели с первых дней видят с каким «багажом» знаний дети пришли из школы и выстраивают свою работу по качественной организации и проведению учебного процесса.

Каждый преподаватель разрабатывает: — Рабочие программы по профессиональным модулям; — Календарно-тематический План на учебный год; — Контрольно-оценочные средства для проведения промежуточной аттестации; — Рабочую программу учебной практики; — Рабочую программу производственной практики; — План самообразования на текущий учебный год с индивидуальной методической техникой.

На занятиях используются различные методы преподавания, передовые педагогические и информационные технологии.

Для формирования новых знаний и способов деятельности в колледже созданы условия, способствующие качественному обучению студентов:

- имеются кабинеты, оборудованные для качественного проведения занятий по Профессиональным модулям;

- учебные классы обеспечены тренажёрами, наглядной и технической документацией, холодильным инструментом;

- имеются лаборатории для проведения учебной практики;

- имеются классы подготовки к итоговой государственной аттестации.

На занятиях по холодильному оборудованию преподаватели используют объяснительно-иллюстративный и репродуктивный методы: читают лекции, рассказывают, объясняют, импровизируют, создают нестандартный подход к различным видам деятельности, тем самым вызывая познавательный интерес у студентов, помогают в решении сложных вводных и задач.

Исследовательский метод: проводят опыты на агрегатах холодильной установки, моделируют, проектируют холодильные установки.

Особо хотелось бы отметить применение личностно-ориентированного обучения.

Хорошие результаты даёт применение таких форм урока, как бинарный урок, (совмещение теории и практики или двух предметов одновременно): например «Основы холодильного дела» и «Холодильное оборудование», интегрированный урок (использование меж предметных связей с участием более двух преподавателей).

Невозможно качественно проводить занятия без совместных действий учителя и учащихся.

Учитывая, что все специальные дисциплины у студентов СПО начинаются только со второго курса, преподаватели общепрофессиональных дисциплин разрабатывают для них задания профессиональной направленности. Это позволяет повышать интерес к выбранной профессии.

По всем общепрофессиональным дисциплинам в колледже проводятся тематические недели. Уже стало традиционным не ограничиваться при этом срезами знаний и выпусками стенгазет, а проводить открытые уроки и мероприятия, дидактические игры, лекции и семинары.

В последнее время учебные кабинеты и мастерские колледжа активно оснащаются современной техникой (компьютеры, проекторы, моноблоки, интерактивные доски). Большую помощь в дооснащении учебно-материальной базы колледжа оказывают профильные предприятия, с которыми у нас заключены договора о сотрудничестве.

Для проведения учебной практики, лабораторных и практических занятий в колледже имеются лаборатории с оборудованными учебными местами. На каждое учебное место разработана документация с алгоритмом работы на нём.

Говоря об уровне подготовки учащихся, не стоит забывать, что невозможно дать хорошее образование студентам, не имея грамотных преподавателей, владеющих современными технологиями. Какими же путями повышают своё педагогическое мастерство работники колледжа.

Все преподаватели систематически обучаются на курсах повышения квалификации. Причём не только в Академии последипломного образования г. Москвы, но и на базе самого колледжа, что, естественно, очень удобно для педагогов, так как есть возможность обучения сразу у большого количества сотрудников, и не нужно тратить своё время на дорогу.

Раз в 3 года согласно ППССЗ все преподаватели обще-профессиональных дисциплин проходят стажировку и обучение на профильных предприятиях и объектах района и области. С этими предприятиями «колледж» заключает Договора о сотрудничестве в перспективе до 5 лет. На этих предприятиях также и студенты проходят производственную практику по профилю специальности и преддипломную практику.

Для работников колледжа библиотекой организована подписка на различные периодические издания: «Холодильная техника» «Открытый урок» и др. Это даёт возможность преподавателям знакомиться с различными методиками и нововведениями в системе образования, совершенствовать свои знания и личностные качества.

Таким образом, применение активных методов обучения на занятиях по специальности «**монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)**», позволяет:

- реализовывать новые подходы к обучению;
- организовывать самостоятельную, творческую деятельность;
- выстраивать индивидуальные траектории обучения;
- предоставлять новые способы поиска и обработки информации;

- увеличивать долю экспериментальной и исследовательской деятельности учащихся;
- мотивировать учащихся к изучению материала;
- сохранять интерес к предметам на протяжении всего времени их изучения;
- расширять кругозор и повышать познавательную активность;
- вырабатывать потребность к непрерывному самообразованию;
- повышать качество подготовки квалификационных специалистов.

Итак, можно утверждать, что благодаря применению активных методов обучения мы имеем возможность достичь повышения качества подготовки наших студентов по специальности «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)».

Литература:

1. Слостенин В. А., Подымова Л. С. Педагогика: инновационная деятельность. М.: Магистр, 1997.
2. Новиков, А. М. Основания педагогики. М.: Эгвес, 2010.
3. Педагогика: Учебное пособие для студентов педагогических институтов. Под. ред. Ю. К. Бабанского.
4. <http://www.eidos.ru/journal/2009/1021,-4.htm>

Эффективный метод восстановления изношенных поверхностей деталей

Исмаилов Фуркат Баратович, ассистент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В данной статье приведены материалы восстановления деталей наплавкой, совмещенной с механической обработкой и пластическим деформированием.

Ключевые слова: *техническое состояние, восстановление, механическая обработка, наплавка, себестоимость.*

This article provides a materials recovery of parts by welding combined with machining and plastic deformation.

Keywords: *condition, restoration, machining, welding, cost.*

Техническое состояние машины характеризуется совокупностью значений ее основных параметров. К ним относятся производительность, качество выпускаемой продукции, потребляемая энергия, безотказность, экономичный расход сырья, точность работы механизмов и узлов, их износостойкость, прочность и другие параметры машин. Каждый из этих параметров в ходе эксплуатации должен находиться в пределах, указанных в технической документации на машину.

В процесс длительной эксплуатации машины и ее параметры постепенно ухудшаются, главным образом из-за износа, остаточных деформаций, поломок и коррозии деталей, узлов и механизмов. Машина, техническое состояние которой ремонту с целью восстановления ее функций. Безотказная, длительная работа машины обе-

спечивается прежде всего надежностью и долговечностью ее деталей, узлов и механизмов.

Одним из основных вопросов ремонтного производства является восстановление изношенных деталей.

Восстановление деталей наплавкой, совмещенной с механической обработкой и пластическим деформированием, является одним из высокоэффективных способов восстановления. Сущность способа заключается в электродуговой наплавке деталей под флюсом, легированным графитом и феррохромом с одновременным фрезерованием и поверхностным пластическим деформированием накатным роликом горячего металла в процессе его наплавки. Установка, позволяющая совмещать эти процессы, показана на рисунке 1. Для обеспечения высокой твердости наплавленного металла (HRC-52...62) реко-

мендуется легированный флюс, который содержит стандартный флюс АН-348А ГОСТ 9087–69 (95,5%), графит порошковый ГОСТ 5279–74 (2,5%) и феррохром № 6 порошковый ГОСТ 4757–79 (2%).

Для обработки наплавленного металла используют торцовую фрезу с механическим креплением пятигранных пластин из твердого сплава марки Т15К6 (ГОСТ 3882–74). Режущая часть фрезы имеет следующие геометрические параметры: главный угол в плане 72° , длина вспомогательной режущей кромки в 1,5–2 раза больше величины шага наплавки, передний угол равен минус 7° , задний угол 7° , задний угол на вспомогательной режущей кромке 11° , угол наклона режущей кромки 11° , диаметр торцовой фрезы 63 или 100 мм, число зубьев 6 или 8.

Накатный ролик диаметром 100...150 мм изготовлен из стали ШХ-15. Рабочая поверхность его обработано до 10-го класса шероховатости и закалена до твердости HRC 65. Ролик имеет цилиндрический пояс шириной 6...10 мм. Фреза, накатный ролик и шлакоудаляющий резец перемещаются с одинаковой скоростью вдоль детали одновременно с наплавочным автоматом. Наплавленный металл при вращении детали одновременно обрабатыва-

ется резцом шлакоудаляющего устройства, фрезеруется торцовой фрезой и обжимается накатным роликом. Теплота, получаемая от сварочной дуги, используется одновременно для обработки фрезой труднообрабатываемого металла и для пластического формообразования и термической обработки наплавленного металла.

Режимы наплавки восстанавливаемых деталей устанавливаются в зависимости от размеров. Например, при восстановлении цилиндрических деталей диаметром 120 мм пружинной проволокой II класса (ГОСТ 9389–75) режимы наплавки следующего порядка: частота вращения детали 2,0 об/мин; диаметр электродной проволоки 1,8...2 мм; шаг наплавки 4...4,5 мм/об; сила тока 240...250 А; напряжение 26...28 В; скорость подачи электродной проволоки 2,3 м/мин; вылет электродной проволоки 20...25 мм; температура наплавленного металла в зоне фрезерования 400...800°C; скорость фрезерования 220...250 м/мин; продольная подача фрезы 4...4,5 мм/об; подача на зуб фрезы 0,1...0,15 мм; диаметр накатного ролика 100...120 мм; ширина цилиндрического пояса ролика 16 мм; температура металла в зоне пластической деформации 300...600°C; усилие накатки 8...10 кН.

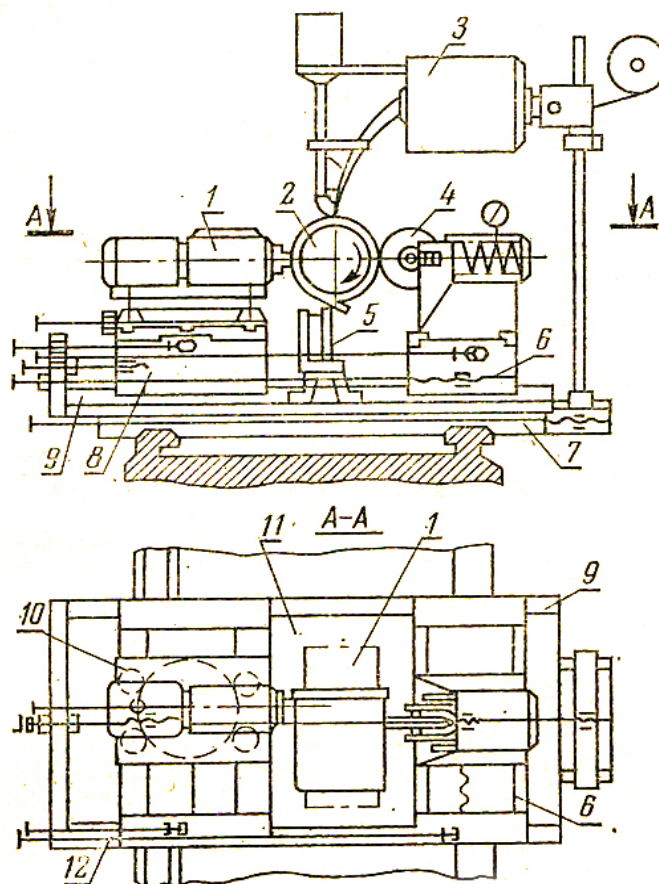


Рис. 1. Схема установки для наплавки цилиндрических деталей под флюсом с одновременным фрезерованием и накаткой роликом: 1 — фрезарная головка; 2 — обрабатываемая деталь; 3 — наплавочная головка; 4 — накатной ролик; 5 — шлакоудаляющее устройство; 6 — суппорт накатной головки; 7 — карета токарного станка; 8 — суппорт фрезерной головки; 9 — поперечные направляющие; 10 — каретка с подъемными винтами; 11 — несущая плита; 12 — продольные направляющие.

У деталей, наплавленных под легирующим флюсом с одновременным фрезерованием и накаткой роликом, структура металла по длине детали однородна и представляет собой мелкоигльчатый мартенсит с небольшим количеством остаточного аустенита.

Накатка металла роликом также способствует увеличению твердости. При фрезеровании со скоростью 200...2500 м/мин металла в процессе его наплавки и накате ее роликом усилием 8...10 кН поверхностная твердость детали находится в пределах HRC 52...56. При этом достигается наилучший (7-й) класс шероховатости.

Оптимальность условий по восстановлению деталей можно определить, проанализировав следующие экономические показатели: наименьшей себестоимости восстановления; издержек производства; экономии капитальных вложений; наименьших народнохозяйственных приведенных затрат и наименьших народнохозяйственных

затрат, обусловленных восстановлением данных деталей.

Показатель наименьшей себестоимости $\Delta C_{\text{в}}$ — первый из общих показателей народнохозяйственного экономического эффекта

$$\Delta C_{\text{в}} = C'_{\text{в}} - C''_{\text{в}} = \sum_{j=1}^z (C'_{\text{в}j} - C''_{\text{в}j}) N_j$$

где $C'_{\text{в}}$ и $C''_{\text{в}}$ — полная себестоимость восстановления деталей в неспециализированных и специализированных звеньях ремонтной сети соответственно;

z — номенклатура восстанавливаемых деталей;

N_j — программа восстановления деталей j -го наименования за год;

$C'_{\text{в}j}$ и $C''_{\text{в}j}$ — полная себестоимость j -й детали при восстановлении деталей в неспециализированных и специализированных звеньях ремонтной сети.

Литература:

1. Е. Л. Воловик. Справочник по восстановлению деталей. М., «КОЛОС», 1981.
2. Л. Г. Одинцов. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. Справочник. М., «Машиностроение», 1987.
3. М. И. Худых. Ремонт текстильных машин. М., «Легпромбытгиздат», 1991.
- 4.

Обоснование критериев оценки пригодности труб к повторному применению

Каландаров Наврузбек Олимбаевич, ассистент;
Жураев Лазизбек Жалолитдинович, бакалавр
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Нами изучены результаты исследований методов и организации ремонта линейной части магистральных газопроводов (ЛЧМГ) с использованием труб, бывших в эксплуатации. Обоснованы критерии оценки пригодности труб к повторному применению. Разработана концепция проведения ремонта с полной заменой труб и их восстановлением в заводских условиях, которая позволяет применить новые методы ремонта и значительно повысить эффективность и качество отремонтированных газопроводов.

После процесса демонтажа трубы категории А 3 направляются на завод для их всестороннего обследования, восстановления, освидетельствования с последующей реализацией для повторного применения. Работы, проводимые с трубами, бывшими в эксплуатации, состоят в следующем:

- 1) 1 этап обследования труб, включающий в себя:
 - предварительную очистку труб;
 - осмотр труб;
 - маркировку труб на внутренней поверхности;
 - предварительное обследование труб;

— анализ документации, включая ведомости дефектов труб, акты отбраковки вырезанных труб, ранее выданные документы качества труб (при их наличии);

2) идентификацию труб;

3) 2 этап обследования труб, включающий в себя:

- оценку качества труб (по нормам оценки дефектов);
- определение химического состава металла труб;
- определение механических свойств металла труб;
- определение марки стали труб;
- очистку труб;
- комплексное обследование труб;
- оценку качества труб (по нормам оценки химического состава, механических свойств, геометрических параметров труб и дефектов);

4) ремонт труб и контроль качества ремонта, включающий в себя:

- выполнение ремонта труб, в случае необходимости;
- подготовку кромок;
- контроль качества выполненного ремонта;
- расчет прогнозируемого срока безопасной эксплуатации и максимального давления испытания труб;

- 5) гидроиспытание труб;
- 6) нанесение наружного антикоррозионного покрытия;
- 7) оформление документов качества труб.

Внутренняя и наружная поверхность поступающей трубы проходит подготовку в заводских условиях достаточную для проведения всех этапов обследований и последующих технологических операций с трубой.

В ходе предварительного обследования выявляют наиболее крупные и видимые дефекты (вмятины, гофры, задиры и т.п.), а также стресс-коррозионные дефекты, с целью предварительной отбраковки труб для снижения объема очистки и комплексного обследования труб.

Предварительное обследование включает визуальный и измерительный контроль основного металла и сварных соединений труб в объеме 100%, вихретоковый контроль участков труб под отслоившимся изоляционным покрытием в объеме не менее 5% от площади поверхности труб, магнитопорошковый контроль в местах выявленных дефектов и аномалий в объеме не менее 10% от числа выявленных дефектов и аномалий.

Обследование труб выполняется заводом или другой организацией, имеющей лабораторию неразрушающего контроля, аттестованную в соответствии с требованиями ПБ 03–372–00. Специалисты, проводящие обследование, должны быть аттестованы по применяемым методам неразрушающего контроля в соответствии с требованиями ПБ 03–440–02 по II или III уровню профессиональной квалификации. Идентификация, как процедура установления соответствия трубы выданному на нее документу качества, проводится в соответствии с ВРД 39–1.11–014–2000 «Методические указания по освидетельствованию и идентификации стальных труб для газонефтепроводов».

Комплексное обследование труб выполняют после их очистки перед нанесением изоляционного покрытия с целью выявления не обнаруженных при предыдущих обследованиях дефектов металла труб и сварных соединений, а также определения их расположения и геометрических параметров, с последующим определением технологии ремонта труб.

Комплексное обследование труб включает визуальный и измерительный, ультразвуковой, радиографический, вихретоковый, магнитопорошковый и капиллярный контроль. Рентгеновский, ультразвуковой, магнитный методы контроля должны проводиться по ГОСТ Р 52079, магнитопорошковый метод по ГОСТ 21105 и капиллярный метод по ГОСТ 18442.

Визуальный и измерительный контроль проводят в объеме 100% внутренней и внешней поверхности, и сварных соединений труб.

- Визуальный и измерительный контроль включает:
- определение размеров труб;
 - определение овальности концов труб;
 - выявление, определение размеров и координат дефектов (коррозии, задиры, вмятин, забоин торцов, трещин, плен, рванин, закатов и т.п.).

Оценка качества труб, бывших в эксплуатации, отремонтированных в заводских условиях, состоит в установлении соответствия параметров труб следующим нормам:

- оценки дефектов труб;
- содержания химических элементов в металле труб;
- оценки механических свойств металла труб;
- оценки геометрических параметров труб.

Наряду с этим анализ работы механизированного комплекса по нанесению полимерно-битумных мастик свидетельствует, что значительное время оборудование простаивает по причине диагностики и ремонта дефектов, а также неблагоприятных метеоусловий. Установлено, что если количество выбраковываемых труб превышает 20%, целесообразна полная переукладка труб участка газопровода с их ремонтом и переизоляции в заводских условиях.

Преимущества такого способа на отдельных участках многониточных систем (не имеющих перемычек) распределительных газопроводов и газопроводах — отводах очевидны. Прежде всего, это гарантированное качество ремонта стенки трубы и нанесения защитного покрытия. Отмечено, что затраты по нанесению покрытия в заводских условиях значительно ниже, чем для любых приемлемых по качеству покрытий трассового применения. Любые методы ремонта трассовой изоляции труб на протяженных участках менее качественные по сравнению с заводскими покрытиями.

Решение задачи полного восстановления эксплуатационной надежности «старых» газопроводов возможно с использованием труб, бывших в эксплуатации и восстановленных в заводских условиях. В этом случае ремонт газопровода включает:

- демонтаж дефектного участка;
- ремонт труб и нанесение покрытия в заводских условиях;
- восстановление участка из отремонтированных труб.

По существу ремонт сводится к новому строительству, что значительно упрощает технологию и сокращает время производства работ.

При решении задачи об использовании труб повторного применения возникает вопрос анализа механических свойств металла и возможного их снижения (деградации).

Деградацию металла труб магистральных трубопроводов в процессе длительной эксплуатации следует рассматривать в рамках определения основных требований для возможности восстановления труб, а именно, допустимых воздействий (нагрузок) при демонтаже, транспортировке, удалению старой изоляции, диагностике, нанесению новых изоляционных покрытий на трубы и строительно-монтажных работах.

Изменение механических свойств металла труб после длительной эксплуатации может оказывать влияние на уровень допустимых рабочих давлений.

Состояние материала труб оценивали по различным, в т.ч. стандартным механическим свойствам (σ_t , σ_B , σ_t/σ_B , δ_5 , KCV), требования к которым регламентируют нормативные документы на изготовление труб и проектиро-

вание магистральных трубопроводов. Признаки старения материала труб определяли по основным критериям, которые характеризуют это явление: увеличению предела текучести $\Delta\sigma_T$ и изменению отношения предела текучести к временному сопротивлению разрыву $\Delta\sigma_T/\sigma_B$.

Свойственное деформационному старению преобразование стали в более прочный материал с пониженными характеристиками пластичности, сопротивления разрушению, повышенной температурой хрупкости стимулирует фактор старения металла в технологиях производства высокопрочных газонефтепроводных труб посредством соответствующей оценки способов их формообразования и применяемой стали.

Механические свойства трубных сталей мало чувствительны к изменению в результате длительной эксплуатации трубопроводов, хотя в исследованиях наблюдается тенденция к повышению прочностных характеристик. В то же время большинство исследований ударной вяз-

кости указывают на то, что длительная эксплуатация приводит к падению ударной вязкости особенно при отрицательных температурах.

Выбор методов ремонта ЛЧМГ зависит от особенностей вывода ремонтируемого участка из эксплуатации, климатических условий, технико-экономических ограничений, количества и характеристик дефектов.

Для принятия решения о проведении капитального ремонта с полной заменой труб участков газопроводов и последующего их восстановления в заводских условиях необходимо учитывать:

- методы и результаты обследования и инспекции;
- отсутствие резервирования газоснабжения на период ремонта;
- увеличение в перспективе объемов подачи газа потребителям;
- пониженное рабочее давление;
- аварийность на участке газопровода и т. д.

Литература:

1. Итоги работы газотранспортных обществ по эксплуатации линейной части магистральных газоконденсаторов в 2004 г. и задачи на 2005 г. положительный опыт, проблемы. Материалы отраслевого совещания. М. ИРЦ Газпром, 2005.
2. Жумаев, К. К., Каландаров Н. О., Организации капитального ремонта с использованием труб, бывших в эксплуатации. Актуальные проблемы химической технологии. (Материалы республиканской научно-практической конференции). Г Бухара-2014 г. (160—162 с).
3. Восстановление эксплуатационных параметров магистральных трубопроводов./Б. В. Будзуляк, Н. Х. Халлыев, В. Г. Селиверстов и др. — Обз. информ. — Сер. Транспорт и подземное хранение газа. — М.: ИРЦ Газпром, 1999.
4. Капитальный ремонт магистральных трубопроводов./В. Л. Березин, Н. Х. Халлыев и др. — М., Недра, 1978.

Перспективы использования возобновляемых источников энергии в Узбекистане

Курбанова Наргиза Махкамовна, старший преподаватель;

Суллиев Музаффар Аскарлович, магистр;

Раббимов Умарбек Шарофиддинович, студент

Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Бери (Узбекистан)

Узбекистан в числе тех государств, которые достигли энергетической независимости. В стране источниками выработки электроэнергии являются природный газ и нефтепродукты. Учитывая важное значение возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в экономии углеводородных ресурсов, обеспечении энергетической безопасности страны, а также в обеспечении электроэнергией, теплоснабжением и питьевой водой населения, проживающего в отдаленных от центрального энергоснабжения населенных пунктах, горных и степных районах, а также сезонных рабочих и членов экспедиций в республике все большее внимание придаётся развитию этого направления.

Узбекистан богат традиционными энергетическими ресурсами: природным газом, углем, нефтью, горючими сланцами, ураном, ресурсами для гидроэнергетики. Кроме урана и горючих сланцев, все остальные источники энергетических ресурсов активно используются в энергобалансе страны (таблица 1).

Согласно экспертным оценкам потенциал возобновляемых источников энергии Узбекистана составляет около 51 млрд. т н. э., технический потенциал — 182,32 млн. т н. э., что более чем в 3 раза превосходит текущий годовой объем добычи первичных энергетических ресурсов (таблица 2).

Как видно из расчетов, около 97% (т. е. 176,8 млн. т н. э.) потенциала приходится на солнечную энергию.

Таблица 1. Структура потребления первичных энергетических ресурсов Узбекистана 2000–2010 гг.*

Виды первичных энергетических ресурсов	2000 год		2005 год		2010 год	
	тыс. т. н. э.	%	тыс. т. н. э.	%	тыс. т. н. э.	%
Всего	53765,1	100	55344,2	100	58282,6	100
Природный газ	45752,5	85,1	49091,2	88,7	53499,5	91,8
Нефть и газовый конденсат	7575,2	14,1	5611,1	10,1	4058,2	7,0
Уголь	0,831	0,002	0,846	0,002	0,793	0,001
Крупная гидроэнергетика	365,242	0,7	519,4	0,9	563,1	1,0
Малая гидроэнергетика	69,316	0,1	119,9	0,2	159,238	0,3
Прочие источники	2,064	0,004	1,720	0,003	1,720	0,003

* Коэффициенты пересчета в нефтяной эквивалент для Узбекистана: нефть — 1,005; природный газ — 0,8112; бурый уголь — 0,3007; каменный уголь — 0,594; электроэнергия — 0,86.

(т. н. э. — тонна нефтяного эквивалента, т. у. т. — тонна условного топлива, 1 т. н. э. = 10 Гкал = 41,86 ГДж = 11,63 МВтч = 1,43 т. у. т.).

На остальные виды ВИЭ приходится всего 3 процента технического потенциала. Вместе с тем, наиболее освоенным является потенциал малой гидроэнергетики (31,3% от технического потенциала и 13,3% от валового потенциала), что связано с более высокой экономической эффективностью этого вида альтернативной энергии [1].

С учетом экономической эффективности проектов, СО «Узсувэнерго» разработало программу развития малой гидроэнергетики на 2011–2015 гг. со строительством 140 малых ГЭС, в том числе первой очереди — наиболее рентабельных 20 ГЭС в ориентировочной стоимостью 260 млн. долларов. Реализация отраслевой программы позволит до конца 2015 г. увеличить генерирующие мощности Минсельводхоза до 613 МВт. и довести выработку электроэнергии на малых ГЭС до 2,19 млрд. кВт.ч.

Валовой потенциал солнечной энергии, ежегодно приходящей на территорию Узбекистана, значителен и превышает энергетический потенциал всех разведанных запасов углеводородного сырья страны (таблица 3).

Таким образом, общий технический потенциал использования солнечной энергии на настоящем этапе состав-

ляет 176,8 млн. т. н. э., или лишь 0,34% его валового потенциала. Однако даже этот показатель в 3 раза больше годового производства углеводородов в стране [2].

Распределение по территории общей продолжительности энергоактивных (3 м/с и более) скоростей ветра аналогично распределению средних скоростей. Максимальная длительность (6–8 тыс. ч за год) характерно для побережий и гребневой зоны горных хребтов. В пустынных районах такие скорости наблюдаются в течение 3–4 тыс. ч, в Ферганской долине около 1500 часов (таблица 4).

Валовой потенциал энергии ветра, оцененный на основании данных многолетних метеонаблюдений (более 10 лет) за скоростью ветра на метеостанциях Узбекистана, равен 2,22 млн. т. н. э в год. Технический потенциал энергии ветра в республике оценивается в 0,43 млн. т. н. э. в год [3].

В заключение можно отметить, что изучение международного опыта и сопоставление его с условиями Узбекистана показывает, что в настоящее время все развитые страны и отдельные развивающиеся страны разработали

Таблица 2. Потенциал возобновляемых источников энергии в Узбекистане (млн. т. н. э.)

Виды ВИЭ	Валовой	Технический	Освоенный
Гидроэнергия, всего	9,2	2,32	0,72
в т. ч. крупных рек	8,0	1,81	0,56
малых рек, водохранилищ и каналов	1,2	0,51	0,16
Солнечная энергия	50973	176,8	
Ветровая энергия	2,2	0,4	
Биомасса		0,5	
Геотермальные воды	0,2	0	0
Петротермальные ресурсы*	6700000	0	0
Всего	50993,8**	182,32	0,72

* Тепло сухих горных пород.

** Без учета петротермальных ресурсов, по которым отсутствует технология использования.

Источник: Заключительный отчет ПРООН «Перспективы развития возобновляемой энергетики в Узбекистане», Ташкент, 2007 г.

Таблица 3. Валовой потенциал солнечной энергии по регионам Узбекистана

№	Область	млн. т н. э.
1.	Андижанская	129
2.	Бухарская	4747
3.	Ферганская	215
4.	Джизакская	2090
5.	Кашкадарьинская	3027
6.	Хорезмская	542
7.	Наманганская	241
8.	Навоийская	14388
9.	Самаркандская	1703
10.	Сырдарьинская	327
11.	Сурхандарьинская	2554
12.	Ташкентская	1462
13.	Каракалпакстан	19548
	Всего:	50973

Оценка валового потенциала солнечной энергии произведена с учетом данных каждой актинометрической станции, репрезентативных для территорий с однотипными физико-географическими условиями, и солнечной радиации при реальной облачности.

Источник: Приложение А к Заключительному отчету Азиатского Банка Развития, Департамент Восточной и Центральной Азии и Министерства Сельского и Водного Хозяйства Республики Узбекистан, «Развитие возобновляемых источников энергии в Республике Узбекистан» 2005 г.

Таблица 4. Общая продолжительность (ч) энергоактивных скоростей ветра на некоторых станциях Центральной Азии

Станция	Скорость ветра, м/с		
	>3	>5	<3
Андижан	1760	790	7000
Каракуль	3960	1760	4800
Муйнак	5540	2960	3220
Нурата	3170	1320	5590
Тамды	5010	2550	3750
Тойтепа	1320	880	7440
Чимбай	4400	1760	4360
Янгиер	4660	2730	4100
Нарын	1670	400	7090
Хайдаркан	2630	980	6130

и внедряют стратегии и программы в сфере альтернативной энергетики. Основными факторами, побуждающими указанные страны заниматься внедрением альтернативной энергетикой являются: возрастание дефицита невозобновляемых ресурсов энергии; осознание высокого риска замены традиционных источников энергии атомной

энергетикой; повышение технологического уровня оборудования для альтернативных источников энергии; для Узбекистана развитие солнечной электроэнергетики важно также и как пример альтернативы строительству гигантских плотин в регионе, богатом солнечной энергией и бедной водными ресурсами.

Литература:

1. П. Каныгин. Альтернативная энергетика в ЕС: возможности и пределы. Экономист, № 1, 2010 г.
2. Заключительный отчет ПРООН «Перспективы развития возобновляемой энергетикой в Узбекистане», Ташкент, 2007 г.
3. Материалы Международной специализированной выставки-конференции «Чистая энергия. Энергосбережение». Ташкент, 9–11 марта 2006.

Анализ информационной безопасности иммобилайзеров

Кяримов Роман Видадиевич, студент;

Царёв Никита Викторович, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

Потребность усиления защиты автомобиля постоянно повышалась, в том числе и после выхода в свет иммобилайзеров. Метод радиочастотной идентификации (Radio Frequency IDentification) в настоящее время применяется по причине ее уникальных особенностей в большинстве противоугонных систем. При невысокой стоимости RFID-транспондеры способны обеспечить высокую степень защиты от автоугона.

Данная статья описывает основы построения иммобилайзеров. В ней сравниваются всевозможные уровни защиты, и дается обзор технологии новейшего поколения, именуемой технологией криптотранспондеров.

К 1993 году повсеместное повышение количества автоугонков становилось неприемлемым для страховых фирм. На первых порах в Германии под давлением этих фирм были оперативно внедрены ранее неизвестные виды охранных систем. В других государствах различные силы, включая госорганизации уровня министерств, также стали уделять повышенный интерес безопасности автомобилей от угона.

В течение короткого периода времени автоиндустрия была насыщена разнообразными системами, предотвращающими проникновение в салон и/или пуск двигателя. При этом методы реализации в различных странах значительно отличались, ориентируясь на предпочтения потребителей. В частности, в США и Франции предпочтение было отдано дистанционным системам доступа без использования ключа, тогда как на рынке Германии получили распространение упрощенные системы доступа. Впоследствии, благодаря уникальным свойствам технологии RFID, ранее нашедшим применение в промышленных приложениях, большая часть производителей автомобилей решило выбрать компактные, не требующие независимого питания транспондеры, использование которых обещало достойную степень безопасности при низкой цене.

С начала 1995 года практически все модели автомобилей европейского рынка были оборудованы штатными электронными иммобилайзерами. Первый же после этого статистический анализ, проведенный страховыми компаниями Германии, доказал огромный успех их применения. Количество угонов автомобилей с электронным иммобилайзером составило около одной десятой числа угонов автомобилей без иммобилайзера.

Впрочем, криминальные сообщества имели желание и средства развить высокотехнологичное оборудование для преодоления этой системы. Чтобы быть на один шаг впереди, очень важно постоянное усложнение защиты. Данная статья описывает различные степени защиты, достигаемые при использовании иммобилайзером ключа

зажигания, и представляет поколение криптотранспондеров — новейшее, которое дает наивысший уровень защиты, достигаемый технологией RFID.

1. Иммобилайзер и его структура

Иммобилайзер, используемый для охраны автомобилей, состоит из четырех ключевых компонентов: транспондера, антенны-катушки, приёмника и контроллера. Ядром системы является транспондер (или приёмопередатчик). Сам транспондер, по сути, миниатюрный электронный чип, с постоянной памятью, которая не требует постоянного источника питания для хранения информации, в свою очередь для работы транспондера необходим внешний источник питания (используется аккумулятор автомобиля). Для передачи пакетов данных используется антенна-катушка, которая формирует сигнал. Пакет данных передаётся в форме модулированного радиосигнала. Затем сигнал демодулируется приемником и затем направляется в контроллер для дальнейшей обработки. Контроллер обязательно связан с цепями, необходимыми для запуска двигателя.

Безопасность обусловлена тем, что транспондеры работают на дистанции до 15 см, что исключает возможность перехвата радиосигнала с большого расстояния. Для того чтобы автомобиль смог завести только владелец авто, используется электронно-кодовый ключ, достаточно длинный, чтобы его было трудно подобрать. Позже этих ключей сделали несколько. Благодаря синхронизации ключей в транспондере и в контроллере владелец авто проходил аутентификацию одним и тем же транспондером. Кроме того, существуют модели с ручным вводом. Такие системы «прячут» в салоне автомобиля. Например, для аутентификации необходимо в определённом порядке нажать на рычаги стеклоподъёмника.

Самые распространенные системы, запрограммированные производителем, с фиксированным паролем. При регистрации ключей зажигания в блок управления двигателем записываются пароли из транспондера. Когда водитель вставляет ключ в замок зажигания, информация о транспондере считывается и сравнивается с идентификаторами в памяти электронного блока управления двигателем. Степень защиты зависит от типа используемого транспондера. Есть транспондеры с однократной записью, выпускающиеся незаписанными. Программировать их должен сам пользователь. Но ID транспондера можно узнать с помощью доступных средств чтения-записи, когда он находится вне автомобиля, а затем перенести его в другой транспондер. Таким образом, фикси-

рованный пароль можно скопировать в пустой дубликат, который не отличишь от оригинала. Данную уязвимость удалось обойти введением в контроллер системы ограничения на количество транспондеров, которое можно прикрепить. Однако остается возможность воспроизвести сигнал данных на радиочастоте. Построение специального устройства для такой цели требует полных сведений об иммобилайзере, физического доступа к нему и знаний в области радиотехники.

2. Криптография в иммобилайзерах

Несмотря на второй закон Кирхгофса о том, что раскрытие алгоритма шифрования не должно нести неудобств корреспонденту, в иммобилайзерах чаще всего алгоритм шифрования держится в секрете.

Так после проведения испытаний на стойкость транспондера взломщику потребовалось менее часа, чтобы выявить алгоритм, использованный для создания ключа, что позволило ему легко «де-иммобилизовать» автомобиль.

Большая часть автомобилей до сих пор используют либо 40-, либо 48-битный ключ, в то время как 128-битный ключ, соответствующий стандарту AES — угонщику придется взламывать очень долго. На данный момент самой передовой алгоритм шифрования — AES с длиной ключа 128 бит, но убедить производителей машин принять новые системы остается сложной задачей.

До некоторого времени в транспондерах ключ передавался открыто, его можно было узнать или подобрать. Время подбора пароля зависело от его длины, и варьировалось от нескольких лет до нескольких минут. С внедрением криптографии в транспондеры, ключ стали передавать в зашифрованном виде. Кроме того, так называемые криптотранспондеры держали в памяти множество ключей, следовательно, для угонщика появлялась ещё одна проблема: определение последовательности выбора ключей и определение всего множества ключей в транспондере.

Теоретически, все алгоритмы шифрования можно вскрыть. Предположения об атаке на иммобилайзер следующие:

- угонщики не располагают временем нахождения в салоне автомобиля более 5-ти минут;
- ключ для анализа не доступен дольше, чем 10 дней;
- угонщики знакомы с техникой дешифрования.

Возможно «нападение со словарем», когда ключ зажигания, в течение определенного времени, был доступен атакующему, и он имел возможность построить таблицу запросов-откликов. В автомобиле угонщик надеется получить тот запрос, который есть у него в таблице, чтобы завести двигатель, применив правильный отклик.

Как показывает статистика, даже при доступности ключа в течение 10 дней и заполнении таблицы со скоростью 4 отклика в секунду, вероятность успешной пятиминутной атаки при угоне составит только лишь 0.47%. Понятно, что данный метод для целей угона абсолютно не-

эффективен, с учетом того, что для каждого автомобиля или криптотранспондера нужна собственная таблица запросов-откликов.

Цель дешифрования (криптоанализа) — вскрытие алгоритма. В таком случае, нападающий имеет несколько пар запросов-откликов и пытается решить проблему определения ключа шифрования математически. Алгоритм аутентификации в транспондере реализован таким образом, чтобы сделать неприменимым такой криптоаналитический метод. Регистры сдвига при этом затрудняют использование статистических связей для так называемых корреляционных атак. Линейная сложность выходных последовательностей не допускает решения задачи определения ключа шифрования как задачи системы линейных уравнений.

Кодом, записанным в памяти транспондера, обычно является числовая комбинация из 32 символов, записанная в шестнадцатеричной системе счисления (цифры от 0 до 9 и буквы от А до F). Эта комбинация служит паролем и позволяет иммобилайзеру распознавать «свой» ключ. В ранних моделях иммобилайзеров эта комбинация постоянна: при каждом пуске двигателя транспондер передает контроллеру один и тот же код; из-за чего система становится очень уязвимой: записав сигнал радиорегистратором или подобрав код перебором, угонщик может снять автомобиль с охраны.

Защищаясь от злоумышленников, производители противоугонных систем придумали плавающий код. Состоит он из двух частей — постоянной и изменяемой, причем изменяемая половина кода меняется по очень сложному алгоритму. Благодаря применению такой криптозащиты любые попытки перехватить код транспондера становятся бесполезны.

3. Методы обхода иммобилайзера

1. Замена модулей или блоков, на заранее подготовленные.

Блок управления двигателем перепрограммируется без функции иммобилайзера и ставится вместо штатного блока. Для противодействия замене модулей устанавливают механические средства защиты. Если контроллер находится под капотом, то в этом случае достаточно установить дополнительный замок капота или защитный кожух блока управления двигателем. Если блок управления двигателем расположен в салоне, то используется металлический кожух, устанавливающийся поверх контроллера на срывные болты.

2. Программирование нового чипа.

Осуществляется специальным оборудованием через диагностический разъём. Чтобы усложнить жизнь злоумышленнику, осуществляется перенос диагностического разъёма в другое место или изменяется сам разъём. Минус этого метода в том, что цифровая шина проходит в разных стандартных местах. Главное для специалиста, желающего запрограммировать, до неё добраться.

3. Бесключевой обходчик.

Это устройство обезвреживает функции блокировки двигателя. Метод схож с предыдущим: перепрограммирование электронного блока управления автомобиля через штатную цифровую шину. Для этого прибора неважно изменение структуры самого разъёма и расположение контроллера электронного блока управления. Главное условие — доступ к цифровой шине. После использования бесключевого обходчика из памяти удаляются все штатные ключи.

4. Бэкдор.

Приложение, которое устанавливает злоумышленник. В блоке управления двигателем имеется аварийная возможность отключения системы защиты. Это сделано, чтобы в случае выхода какого-либо элемента из строя выключить все блокировки. Алгоритмы бэкдор на всех автомобилях различны, но представляют собой порядок действий, связанных с нажатиями или включениями каких-либо кнопок. Для автомобилей использование схем аварийного отключения штатных охранных устройств — классический бэкдор. Управляющий модуль реагирует на специфический набор команд нестандартно — открывает доступ к системе зажигания.

Заключение

Использование иммобилайзеров стало обязательным для защиты автомобилей от угона. Несмотря на то,

что с момента появления иммобилайзеров до наших дней шел постоянный процесс усовершенствования, как систем защиты автомобиля, так и систем взлома автомобилей. За последние несколько лет в RFID-технологии активно внедряется криптография. Увеличивается размер ключей, и усложняются алгоритмы шифрования ключей. Сама надежность иммобилайзера зависит от чип-ключа. Как показывает практика, использование чип-ключей привело к значительному уменьшению количества угонов автомобилей с момента их появления.

Чип-ключ довольно-таки универсальная технология аутентификации, которая может использоваться в других сферах человеческой деятельности. Таким образом, чип-ключ может являться улучшением обычных ключей для открывания дверей, улучшением защиты данных на компьютерах, в качестве замены USB-token на RFID-ключ.

Техника запроса-отклика хорошо подходит к новому ожидаемому поколению систем доступа, например, систем класса «Пассивный доступ». В них следует использовать двустороннюю связь. Чтобы решить основные задачи при разработке систем, использующих чип-ключи, такие как скоростная передача данных, увеличенный диапазон дальности действия, помехозащищенность, следует применять технологию меггерцовых волн с использованием одной или двух частот, учитывая, что эта технология, весьма подходящая для специфических нужд.

Литература:

1. U. Kaiser, W. Steinhagen, A Low Power Transponder IC for High Performance Identification Systems, Proceedings of CCIC' 94, San Diego, CA, USA, May 1–4, 1994, pp. 14.4.1–14.4.4
2. Dr.-Ing., D. Anselm, Ismaning; Zwei Jahre elektronische Wegfahrsperrung — Ergebnisse im Jahre 1996; Elektronik im Kraftfahrzeug, Tagung Baden-Baden, VDI-Berichte 1287, 1996
3. John Gordon, Ulrich Kaiser, Tony Sabetti; A Low Cost Transponder IC for High Security Vehicle Immobilizers; 29th ISATA Automotive Symposium; June 3 — 7, 1995
4. W. Steinhagen, U. Kaiser; A Low Power Read/Write Transponder IC for High Performance Identification Systems, Proceedings of ESSCIR' 94, Ulm, Germany, September 20 — 22, 1994, pp. 256 — 259
5. Joe Schurmann, Herbert Meier; TIRIS — Leader in Radio Frequency Identification Technology, Texas Instruments Technical Journal Vol. 10, No. 6
6. U. Kaiser, W. Steinhagen, A Low Power Transponder IC for High Performance Identification Systems, IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. JSSC 30, March 1995, pp. 306 — 310
7. Beutelspacher, A. Kersten, A. Pfau; Chipkarten als Sicherheitswerkzeug; Springer-Verlag 1991
8. Schneier, Bruce; Applied Cryptography: Protocols, Algorithms and Source Code in C; John Wiley & Sons, Inc. 1994

Механизмы для измерения расхода воды в открытых каналах

Махмудов Илхом Эрназарович, доктор технических наук, профессор;

Мадалиев Фарход Эркинович, магистр

Ташкентский государственный технический университет (Узбекистан)

Звуковые (упругие) волны с повышением частоты более 20 кГц меняют свое воздействие на вещества. Эти упругие волны называют ультразвуковыми, хотя по физической природе они идентичны обычным звуковым колебаниям. Свойства ультразвуковых волн менять свои воздействия широко применяются в медицине, в промышленности, в сельском хозяйстве и в биологии. Ультразвук применяется также для измерения расхода воды [1].

Известно, что при распространении ультразвуковых колебаний в движущейся среде скорость ультразвука относительно неподвижной системы координат (стенок трубопровода) равна векторной сумме скорости ультразвука относительно жидкости и скорости самой жидкости относительно трубопровода.

Сходство ультразвуковых колебаний с закономерностями геометрической оптики создает благоприятные условия для измерения глубины потока в любом створе водовода с большой точностью.

В СНГ для практического внедрения предложены ряд ультразвуковых расходомеров, например, «УЗР — В», разработанный на основе кратно-частотного метода и предназначенный для измерения расхода жидкости в трубопроводах больших диаметров. Принцип действия его основан на использовании в качестве обратной связи в контролируемой жидкости двух генераторов — синхроколец. Генераторы с акустической запаздывающей обратной связью работают таким образом, что вектор скорости потока проецируется по направлению распространения ультразвука. Уравнения кратно-частотного метода предложены в виде

$$Q_T = \frac{\bar{S}(L + 2ct)}{2V_T \cos \alpha} \Delta f \quad (1)$$

Где: Q_T — расход жидкости (теоретический); \bar{S} — средняя площадь поперечного сечения первичного преобразователя расхода; L — расстояние между электроакустическими преобразователями расхода; V_T — гидромеханическая поправка; c — скорость ультразвука в жидкости; Δf — разница частот синхроколец; t — задержка в общих элементах синхроколец (мембрана, пьезокристалл, канал передачи информации, промежуточный измерительный преобразователь).

Для измерения расхода жидкости в напорных трубопроводах предложены и другие методы, но в открытых каналах из-за наличия контакта свободной поверхности воды с атмосферой и ввиду затухания и многопутевого распространения ультразвукового сигнала, приводящего к увеличению погрешности измерительных устройств, их невозможно применять.

За рубежом ведутся разработки по применению ультразвука для измерения расхода воды в открытых водотоках. В измеряемом створе на различных глубинах устанавливается множество ультразвуковых каналов, число их подбирается таким образом, чтобы при определении величины интегрального расхода погрешность была не более 2%. Дается экономическая оценка по числу измеряемых каналов и с точки зрения правильного учета величины пресного стока. Отмечается, что с экологической точки зрения всякие затраты по рациональному использованию пресной воды, окупаются. Так, в исследовании был выбран канал шириной $B = 9,14$ м и глубиной $L = 2,74$ м, интервал установки ультразвуковых каналов $0,61 - 2,74$ (12 штук). Число каналов выбиралось с целью уменьшения погрешности измерения.

В Англии для измерения расхода воды в реках ультразвуковые датчики были установлены на тележках. Измерения расхода воды в реке производили для различных горизонтов; для выявления точности измерения ультразвуковые каналы были установлены и на шлюзах. Форма сечения реки принималась прямоугольной.

Для определения расхода воды в реке по результатам ультразвукового измерения предложена формула:

$$Q = \frac{\alpha}{2} \left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right) h \operatorname{tg} \theta \quad (2)$$

Где: α — длина пробега ультразвуковой волны; t_1 , t_2 — время пробега ультразвукового импульса по течению и против течения воды; h — глубина потока; Q — угол пробега ультразвуковых колебаний.

В Японии проведены исследования по разработке ультразвуковых систем для измерения расхода воды в напорных трубопроводах ГЭС и каналах прямоугольной и трапециевидальной формы поперечного сечения. В частности, на рис. 1 представлены схема установки ультразвукового канала в русле прямоугольной формы поперечного сечения ($1, \dots, n$ — ультразвуковые каналы; h_1, \dots, h_n — расстояние между ультразвуковыми каналами; B — ширина русла), а также блок-схема для обработки ультразвуковых сигналов.

По этой схеме осредненная вдоль ультразвукового канала скорость течения V воды может быть вычислена по формуле:

$$T = \frac{\Delta T}{T} \cdot \frac{L}{2c \cos Q} \quad (3)$$

где ΔT — разность времени пробега ультразвуковых волн;

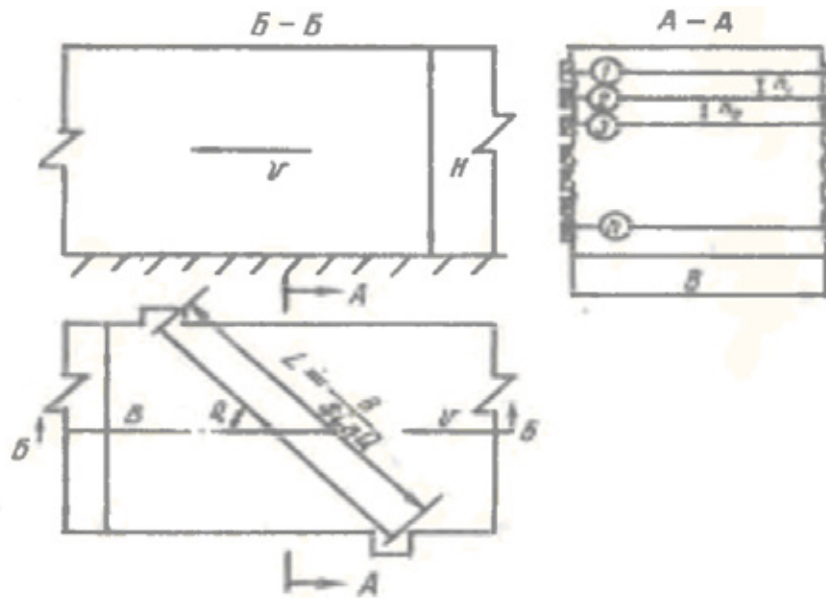


Рис. 1. Схема установки ультразвукового канала в русле прямоугольной формы поперечного сечения

$$\bar{T} = \frac{T_1 + T_2}{2} \text{ — среднее арифметическое значение}$$

времени пробега ультразвуковых волн; T_1, T_2 — время пробега ультразвуковых волн вдоль потока и против течения; L — длина канала волны. По законам геометрической оптики предложена схема и формула для измерения глубины потока воды (рис. 2, где 1 — прямой сигнал; 2 — отраженный сигнал; H — глубина потока).

$$H = \sqrt{\frac{2L\lambda + \lambda^2}{4}} \tag{4}$$

Поскольку $\lambda \ll L$, то $\lambda^2 = 0$, тогда 2,4 примет вид:

$$H = \sqrt{\frac{L\lambda}{2}} \tag{5}$$

С учетом $\lambda = \frac{c}{f}$ получим:

$$H = \sqrt{\frac{Lc}{2f}} \tag{6}$$

где λ — длина волны; c — скорость звука; f — частота.

Все разработанные ультразвуковые расходомеры пригодны для применения только там, где в открытом потоке созданы благоприятные гидравлические условия. Таким местом является сечение, достаточно удаленное от гидротехнического сооружения. Наличие большого времени запаздывания во всех измерительных системах явилось препятствием для автоматизации процессов регулирования (управления) воды. Необходимо организовать водоучет вблизи регулятора гидромелиоративной системы.

Для решения этой проблемы нами разработано устройство (рис. 3), содержащее щитовой затвор (1) с подъемником (2) датчик скорости в виде пьезоэлектрических элементов (4), порог (3), укрепление пьезоэлектрических элементов на вилочной стойке (5), связанной кинематически с щитовым затвором» подъемные механизмы (6)

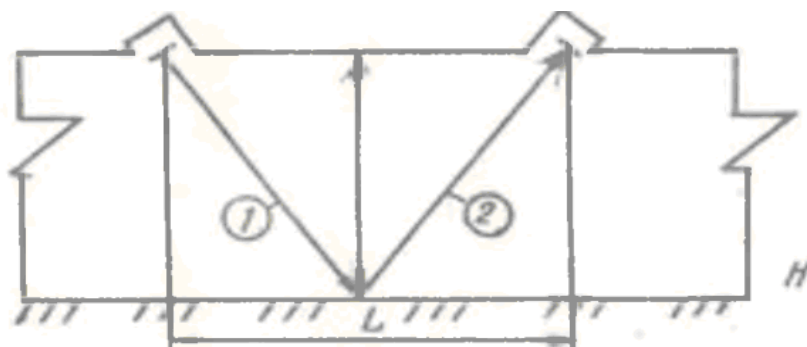


Рис. 2. Схема для измерения глубины потока воды ультразвуковым методом

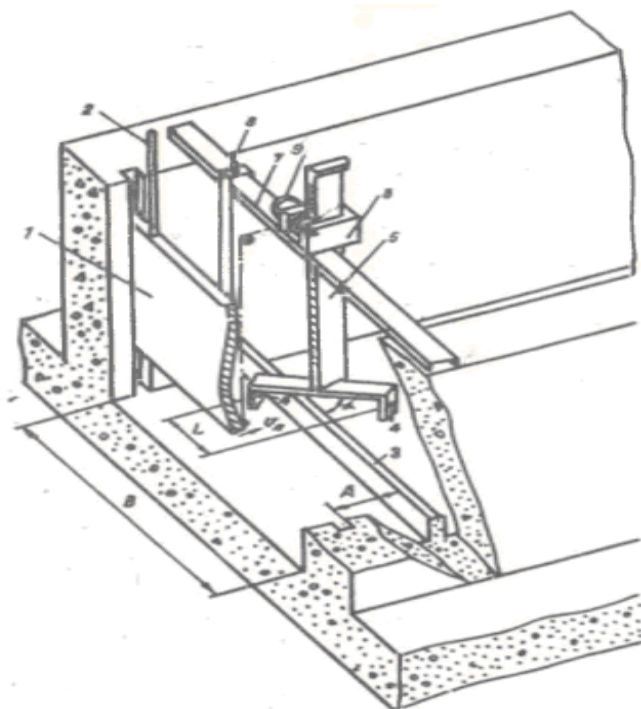


Рис. 3. Схема разработанного устройства

вилки и затвор, а (8), горизонтальную балку (7) для закрепления измерительного механизма, блок управления (9).

На водовыпускном сооружении канала «Айрум» в Кашкадарьинской области Республики Узбекистан проводились испытания устройства для измерения и регулирования расхода воды [2].

По предложенной схеме не получены положительные результаты. Так, с увеличением скорости потока более

2 м/с из-за высокой турбулентности потока в месте установки устройства началось интенсивное затухание ультразвуковых колебаний. Испытания проводились с помощью ультразвуковых установок ДУК-20, УКБ-1 на частотах 60, 100, 150 кГц.

Таким образом, для измерения расхода воды в любом створе в первую очередь необходимо создать благоприятные гидравлические условия.

Литература:

1. Кремлевский, П. П. «Расходомеры и счетчики количества: Справочник. — 4-е изд., перераб. и доп. — Л.: Машиностроение. Ленинград, 1989. — 406 с.
2. Махмудов, Э. Ж. Совершенствование методов учета и регулирования расхода воды на гидротехнических узлах. Ташкент: Фан, 1989. — 200 с.

Скоростные железнодорожные магистрали

Морозова Ирина Николаевна, студент
Государственный университет управления

В статье рассматриваются особенности скоростных железнодорожных магистралей, в частности, мировой опыт ведения скоростного железнодорожного движения, классификацию для скоростных железных дорог, стандартов, перспектив.

Ключевые слова: скоростные магистрали, скоростные железные дороги, высокоскоростные железные дороги.

Рассмотрим мировой опыт внедрения скоростного железнодорожного движения на железных дорогах. Опыт Японии и стран Западной Европы показывает, что наибольшей скорости движения — 200–350 км/ч — можно достичь, организовав высокоскоростное движение поездов с использованием специализированных высокоскоростных магистралей. Однако проведение их строительства и производства специализированных подвижных составов требует больших объемов капиталовложений, потому что им должно предшествовать строительство отдельных специальных скоростных магистралей [9, с. 12].

В мире применяют такую классификацию для скоростных железных дорог с целью перевозки пассажиров по трем категориям максимальных показателей скорости движения поездов:

- первая категория — 200,0–250,0 км/ч;
- вторая категория — 250,0–350,0 км/ч;
- третья категория — более 350,0 км/ч.

Высокоскоростные железные дороги (также называются Lignes Grande Vitesse, или скоростные линии LGV)

определяются Международным союзом железных дорог и ЕС как стандартные, с допустимыми показателями максимальной скорости более 200,0 км/ч, или как новые линии, предусмотренными показателями максимальной скорости более 250,0 км/ч.

Все высокоскоростные железные дороги LGV Великобритании, Франции, Германии, Бельгии, Голландии, Испании и Италии, проложенные в течение последних 25–30 лет, имеют проектную скорость линии около 300,0 км/ч или больше. Французская национальная железная дорога является мировым рекордсменом по скорости с зарегистрированной скоростью 575,0 км/ч на показательном пробеге по линии LGV Est в 2007 г. между Парижем и Страсбургом. Эти линии используются только для дневных перевозок скоростными пассажирскими поездами с относительно низкой нагрузкой на ось, а движение поездов ночью отсутствует. В табл. 1 приведены показатели высокоскоростных железных дорог по странам мира [5, с. 31].

Таблица 1. Высокоскоростные железные дороги по странам мира, 2014 г.

Страна	В эксплуатации (км)	На стадии строительства (км)	Общая протяженность (км)
Австрия	292,00	210,00	502,00
Бельгия	209,00	-	209,00
Великобритания	1337,00	-	1377,00
Германия	1334,00	428,00	1762,00
Дания	5,00	60,00	65,00
Испания	3100,00	1800,00	4900,00
Италия	923,00	125,00	1048,00
Китай	19366,80	16280,00	35269,80
Марокко	-	200,00	200,00
Норвегия	64,00	54,00	118,00
Нидерланды	120,00	-	120,00
Россия	1496,00	-	1496,00
США	362,00	483,00	845,00
Тайвань	345,00	-	345,00
Турция	1420,00	1506,00	2926,00
Польша	82,00	322,00	407,00
Узбекистан	344,00	-	344,00
Франция	2036,00	757,00	2793,00
Швейцария	80,00	57,00	137,00
Республика Корея	819,00	585,00	1404,00
Япония	2664,00	782,00	3446,00

На высокоскоростных линиях обычно нет грузовых перевозок (но есть единичные случаи легких, например, почты и посылок, грузовых перевозок, которые создают нагрузку на ось, сравнимую с пассажирскими поездами, и разрешается на этих железных дорогах). Скорость современных скоростных поездов превышает показатель 350,0 км/ч, а на отдельных участках достигает скорости около 486,1 км/ч (например, магистраль Пекин-Шанхай) [8, с. 94]. Общая протяженность высокоскоростных железнодорожных магистралей в мире сейчас составляет около 7000 км, в том числе из них 3750 км в странах Европы, причем высокоскоростными поездами обслуживаются также полигоны протяженностью около 20,0 тыс. км обычных железнодорожных линий, которые были реконструированы под скоростное движение. Но процесс проектирования и строительства новых линий высокоскоростного движения не прекращается: так, наряду с развитием высокоскоростной железнодорожной сети в странах Южной Европы, длина которой до 2020 г. может составлять примерно 10 тыс. км, предполагается рост количества высокоскоростных линий в странах Азии [1, с. 103].

Первое место в рейтинге высокоскоростных магистралей занимает Китай, где скорость движения превышает 350,0 км/ч. В Китае до 2016 г. планируется строительство высокоскоростных линий железных дорог протяженностью около 45 тыс. км. Властями Китая планируется связать страну еще с 17 государствами. Это предоставит Китаю статуса мирового лидера в области скоростных железнодорожных перевозок, а показатели протяженности высокоскоростных железнодорожных магистралей в стране может превысить 50,0% от общего объема среди всех подобных магистралей во всем мире.

Сегодня Китай отказался от идеи для проведения повсеместного строительства высокоскоростных магистралей и привлекает новые стратегии на период до 2016 г., направленные на развитие высокоскоростных магистралей с различными показателями скорости движения. Несмотря на высокий уровень комфортабельности высокоскоростных экспрессов, они на самом деле оказываются недоступными для большой категории людей с низкими уровнями доходов. Так, на относительно коротких маршрутах преимущества высокоскоростных поездов совсем нивелируются высоким стоимостным уровнем такого поезда. Поэтому появление поездов с различными показателями скоростей движения может позволить большему количеству пассажиров покупать дешевле билеты на более «медленные» поезда, а также увеличивать количество остановок по пути следования [3, с. 67].

К программе высокоскоростного движения присоединилась и Россия, руководство которой видит главные цели развития высокоскоростных железнодорожных перевозок в улучшении транспортных связей между крупнейшими городами и регионами страны, повышении транспортной мобильности населения, повышении качества услуг, предлагаемых пассажирам. Повышение уровня скорости движения среди пассажирских поездов, что было и остается

на сегодняшний день одной из основных проблем в сфере развития железных дорог во всех индустриально и экономически развитых странах мира, что в свою очередь вызвано стремлением относительно обеспечения массовых перевозок пассажиров в тех регионах, которые имеют высокую плотность населения; также желанием сокращения времени поездок для пассажиров с необходимостью для увеличения показателей провозной способности для существующих железнодорожных линий при этом планировать экономию ресурсов [11, с. 84].

Мировой опыт в сфере использования скоростных магистралей свидетельствует, что повышение уровня скорости движения поездов реализуется поэтапно:

— в систему скоростного движения реконструируются существующие железнодорожные магистрали, при этом их максимальная скорость для движения пассажирских поездов не превышает 160,0–200,0 км/ч;

— создаются высокоскоростные и специализированные скоростные железнодорожные магистрали, которые предусматривают возможность для создания движения пассажирских поездов со скоростью около 200,0–350,0 км/ч [6, с. 57].

Вопреки расхожему мнению, скоростные железные дороги сохраняют свои позиции на мировом рынке при времени поездки, что превышает 3 ч.: их доли составляют 40,0–50,0% на маршруте Париж-Амстердам (время поездки составляет около 4 ч.), 20,0–30,0% на скоростных маршрутах Париж-Тулун Париж-Тулуза (около 5 ч.), 10,0–20,0% на маршрутах с временем поездки около 6,0–6,5 часов [2, с. 29].

Для достижений в освоении высоких скоростей скоростного движения привели в свое время в 1990-х гг. до появления первых планов с целью создания европейских скоростных железнодорожных сетей на основе реализации проектов национальных скоростных линий. При этом сети скоростных сообщений в разных странах постепенно интегрируются, при этом образуя единую систему европейской сети, при этом она имеет следующие звенья:

— сочетание Eurostar — с помощью данных сообщений в Великобритании была получена постоянная «сухопутная» связь железной дороги со странами в континентальной Европе через тоннель под Ла-Маншем;

— сочетание Thalys — данные сообщения помогают связывать крупные города их четырех стран: Парижа, Лилля (Франция), Брюсселя, Антверпена, Льежа (Бельгии), Амстердама, Гааги, Роттердама (Нидерланды), Ахена, Кельна, Дюссельдорфа (Германия);

— сочетание Rbealys — высокоскоростные направления из Парижа в Страсбург, Люксембург и другие крупные немецкие города.

На расстояниях между 500,0 и 1000,0 км существует достаточно интенсивная конкуренция между железнодорожным и воздушным транспортом, и при этом решающую роль в процессе выбора пассажирами вида транспорта в меньшей степени играют продолжительность поездки или полета, а больше — набор и качество услуг, а также

возможности адаптации к изменяющимся условиям перевозок [10, с. 42].

В скоростных железнодорожных сообщениях есть такое преимущество, что в результате увеличения количества наличия промежуточных остановок для отдельных поездов (даже с некоторым небольшим ущербом для показателей маршрутной скорости поезда) можно охватывать высокоскоростным сообщением города, которые находятся между конечными пунктами существующих маршрутов и, следовательно, привлекать для этого дополнительных пассажиров. Именно благодаря этому удалось добиться того, что скоростные поезда типа TGV перевозят на маршрутах между Парижем и франкоязычными регионами Швейцарии в три раза больше пассажиров, чем перевозят самолеты.

Если сравнивать этих два вида транспорта, то при проведении сравнения в первую очередь они нередко стремятся сотрудничать (дополнять друг друга) в определенных сегментах на рынке транспортных услуг. Такое стремление обусловлено в основном тем, что при сочетании разных видов транспорта можно предоставить пассажирам возможности для совершения поездок с большими удобствами, чем каждым из них, взятом по отдельности [4, с. 62].

За два последних десятилетия железнодорожную инфраструктуру многих стран мира было реформировано, и везде была своя специфика. Реформирование скоростного движения может произойти по одной из трех моделей:

1. Европейская модель — данной моделью предполагается, что вагонами и локомотивами владеют частные

компании, которые конкурируют между собой. При этом путями, вокзалами и другой инфраструктурой владеет государство или госкомпания. Операторы-частники платят за использование государственной инфраструктуры. С 1991 г. в Европейском союзе последовательно проводились мероприятия по либерализации рынка скоростных железнодорожных перевозок. В 2010 г. свободную конкуренцию установлено на рынке скоростных пассажирских перевозок, именно тогда стали появляться одни из первых частных пассажирских поездов и началось проникновение на соседние рынки (например, немецких перевозчиков — в Польшу и Францию). Такими перевозчиками устанавливаются тарифы и происходит привлечение клиентов. Наблюдение за свободой конкуренции проводится государством.

2. Вторая модель предполагает, что государство владеет и инфраструктурой, и подвижными составами, но на рынок железнодорожных перевозок допускаются частные компании, чтобы благодаря конкуренции повысить уровень качества обслуживания.

3. Третья модель в свое время была реализована в США, Канаде, Бразилии и Мексике. Такая модель предполагает существование нескольких железнодорожных компаний в государстве, то есть в во владении таких компаний находятся пути и поезда, а конкурировать они могут между собой в силу того, что предлагаются перевозки по альтернативным маршрутам (из точки А в точку Б можно проехать разными дорогами) [7, с. 128].

Литература:

1. Актуальные проблемы экономики железнодорожного транспорта и пути их решения [Текст]: сборник трудов ученых ОАО «ВНИИЖТ» (ОАО «Науч.-исслед. ун-т ж.-д. трансп.): к 70-летию отделения экономики и финансов ОАО «ВНИИЖТ»; под ред. О. Ф. Мирошниченко. — Москва: ВМГ-Принт, 2014. — 255 с.
2. Гайдамакин, А. В. История железнодорожного транспорта России [Текст]: учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта / [А. В. Гайдамакин и др.]; под ред. А. В. Гайдамакина, В. А. Четвергова. — Москва: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. — 312 с.
3. Голубев, А. А. История транспорта [Текст]: учебное пособие / [А. А. Голубев и др.]; под ред. В. В. Фортунатова; Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Петербургский гос. ун-т путей сообщ.» — Санкт-Петербург: ПГУПС, 2013. — 134 с.
4. Голубев, А. А. История транспорта: документы, схемы, материалы [Текст]: учебное пособие / [А. А. Голубев и др.]; под ред. В. В. Фортунатова; Федеральное агентство ж.-д. трансп., Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Петербургский гос. ун-т путей сообщения императора Александра I» (ФГБОУ ВПО ПГУПС). — Санкт-Петербург: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2014. — 135 с.
5. Калинина, Е. И. Транспорт [Текст]: иллюстрированный путеводитель: история транспорта в инфографике / [Калинина Е. И.]. — Москва: ЭКСМО, 2014. — 95 с.
6. Лапидус, Б. М. Железнодорожный транспорт на современном этапе [Текст]: сборник трудов ученых ОАО «ВНИИЖТ» (ОАО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта») / под ред. Б. М. Лапидуса, Г. В. Гогричани. — Москва: ВМГ-Принт, 2014. — 292 с.
7. Левин, Д. Ю. История техники. История развития системы управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте [Текст]: учебное пособие / Д. Ю. Левин. — Москва: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. — 466 с.
8. Проблемы железнодорожного транспорта [Текст]: задачи и пути их решения: сборник трудов ученых ОАО «ВНИИЖТ» (ОАО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта») / под ред. Б. М. Лапидуса, Г. В. Гогричани. — Москва: Интекст, 2012. — 260 с.

9. Романенко, В.Н. Рассказы о рельсовом транспорте [Текст]/В.Н. Романенко, Г.В. Никитина; под ред. В.А. Гапановича. — Санкт-Петербург: Норма, 2013. — 237 с.
10. Смольянинов, А.В. Общий курс железнодорожного транспорта [Текст]: курс лекций/ [А.В. Смольянинов, О.В. Черепов]; Федеральное агентство ж.-д. транспорта, Уральский гос. ун-т путей сообщения. — Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2013. — 139 с.
11. Топчий, Ю.А. История железнодорожного транспорта [Текст]: учебное пособие/Ю.А. Топчий, Л.П. Гордеева, Л.В. Колесник; Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Московский гос. ун-т путей сообщения», Российская открытая акад. транспорта (РОАТ МИИТ). — Москва: РОАТ МИИТ, 2013. — 244 с.

Проблемы и пути решения вскрытия продуктивного горизонта при аномалиях

Муртазаев Абдижаббар Мустафаевич, кандидат технических наук, доцент;

Муминов Рустам Султанович, кандидат технических наук, доцент;

Мукольянц Арсен Артёмович, доцент;

Мкртчян Грант Борисович, магистрант;

Ходжаев Азиз Жумамуродович, магистрант;

Ёдгоров Сарвар Тошмуродович, магистрант

Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Беруни (Узбекистан)

В статье рассматривается и обосновывается предложение бурения скважин без выхода циркуляции с применением технической воды вместо дорогостоящих буровых растворов. После крепления скважины в устойчивых породах, дальнейшее бурение производить на технической воде с постоянным доливом в трубное и затрубное пространство, позволяющее сохранить естественные коллекторские свойства пород и уменьшить скин-эффект.

Ключевые слова: газопроявления, продуктивный горизонт, аномально низкое пластовое давление, бурение без выхода циркуляции, коллекторские свойства пород, скин-эффект.

Строительство скважины считается одной из сложных инженерно-технических сооружений, важной составной частью которой является вскрытие продуктивного горизонта, от качества вскрытия которого зависит весь последующий срок службы скважины. До недавнего времени вскрытие продуктивного объекта технологически мало отличалось от разбуривания вышележащих пород, и в основе разработки технологической программы оставались технико-экономические вопросы — без осложнений и как можно быстрее пройти коллектор. Обращалось внимание на возможность возникновения газопроявлений, в связи с чем предпринимались предупредительные мероприятия.

Однако все чаще и чаще поднималась проблема сохранения естественной проницаемости продуктивного пласта после его бурения. Предложено большое количество рецептур буровых растворов и растворов (жидкостей), используемых при перфорации. Тем не менее, сохранность продуктивного пласта — задача более глубокая и сложная и не ограничивается подбором специальных буровых растворов. Необходимо обратить внимание на все элементы технологии заканчивания скважины с приоритетом сохранения естественной проницаемости пласта при очевидном негативном воздействии ряда технологических факторов.

Эффективность разработки нефтяных и газовых месторождений во многом определяется состоянием призабойной зоны скважины в период заканчивания.

В результате физико-химического и механического воздействия при заканчивании скважин изменяются коллекторские свойства пород в призабойной зоне, обусловленные взаимодействием флюида пласта и фильтрата бурового и цементного растворов, а также действием адсорбционных, капиллярных и диффузионно-осмотических сил.

Физико-механическое воздействие на продуктивный горизонт оказывают следующие факторы:

— разгрузка горного массива в результате разбуривания пласта;

— изменение противодавления столба бурового раствора (вследствии изменяющегося давления столба цементного раствора);

— фильтрация фильтрата бурового (и цементного) раствора;

— изменяющийся температурный режим в скважине;

— гидродинамическое и механическое воздействие на породы в разбуриваемом пласте движущимся инструментом;

— гидродинамические эффекты (гидроудары, понижение давления и др.) в стволе и призабойной зоне в процессе цементирования и освоения скважины и др.

В процессе вскрытия и разбуривания продуктивного пласта следует уделять внимание технологическим факторам, до минимума снижающим отрицательное воздействие, так как не учитывается большое значение этого процесса для последующей эксплуатации продуктивного пласта [1].

Решение проблемы качества строительства скважин сдерживается в первую очередь следующим фактором.

Регламенты и проекты на строительство скважины составляются без учета требований к качеству скважин, без основания условий, при которых они будут выполнять свое назначение. То есть уже на стадии проектирования закладываются все предпосылки некачественного строительства скважины.

При действующем экономичном механизме отсутствует заинтересованность буровых предприятий в повышении качества, во внедрении новых технических и технологических средств.

На территории Республики Узбекистан большинство месторождений с истощенными запасами и продуктивный горизонт с аномально низким пластовым давлением (АНПД).

Во время вскрытия таких пластов гидростатическое давление во много превышает пластовое, что приводит к поглощению, либо к катастрофическому поглощению с последующим проявлением. При воздействии больших давлений на продуктивный пласт происходит фильтрация раствора с закупориванием естественных коллекторских свойств пород, что приводит к дополнительным затратам во время освоения и к снижению дебита скважины.

Во избежание таких проблем предлагается бурение без выхода циркуляции с применением технической воды вместо дорогостоящих буровых растворов. После крепления скважины технической колонной в устойчивых породах, так называемых покрышках, дальнейшее бурение рекомендуется производить на пластовой воде с постоянным доливом в трубное и затрубное пространство. Бурение, таким образом, позволяет сохранить естественные коллекторские свойства пород и уменьшить скин-эффект.

Освоение таких скважин втрое дешевле, а дебит вдвое больше.

Данная технология бурения была применена на месторождениях Бухара — Хивинской нефтегазовой области, где были пробурены две скважины и проведено сравнение с ранее пробуренными скважинами традиционным путем (табл. 1).

Наиболее распространенным показателем для оценки загрязнения продуктивного пласта является скин-эффект.

Объемная скорость притока пластовой жидкости из непораженного пласта в загрязненную зону согласно формуле Дюпюи описывается как:

$$Q^I = \frac{2\pi kh}{\mu} \cdot \frac{p_{nl} - p_3}{\ln \frac{r_k}{r_3}}, \quad (1)$$

а приток из загрязненной зоны в скважину описывается как:

$$Q^{II} = \frac{2\pi k_x h}{\mu} \cdot \frac{p_3 - p_c}{\ln \frac{r_3}{r_c}}, \quad (2)$$

где p_3 — давление на наружной границе загрязненной зоны; r_3 — радиус загрязненной зоны.

На рисунке 1 наглядно видно изменение давления во время освоения скважины.

Вместе с тем, $Q^I = Q^{II} = Q$, где Q — дебит при данной депрессии ($p_{nl} - p_c$), который можно получить из незагрязненного пласта с проницаемостью $k_{экр}$.

Перепад давлений, необходимый для поддержания объемной скорости фильтрации Q через загрязненную зону определяется с помощью формулы (1) как:

$$(p_3 - p_c)_3 = \frac{\mu \cdot Q \cdot \ln \frac{r_3}{r_c}}{2 \cdot \pi \cdot k_3 \cdot h}. \quad (3)$$

В случае, если эта зона не была повреждена для обеспечения такого же дебита требуется перепад давлений:

$$p_3 - p_c = \frac{\mu \cdot Q \cdot \ln \frac{r_3}{r_c}}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h}. \quad (4)$$

Если вычесть из формулы (3) формулу (4), то результатом будет дополнительный перепад давления, который требуется для поддержания постоянной скорости фильтрации после загрязнения призабойной зоне скважины (ПЗС):

$$(p_3 - p_c)_3 - (p_3 - p_c) = \frac{\mu \cdot Q}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h} \cdot \ln \frac{r_3}{r_c} \cdot \left(\frac{k}{k_3} - 1 \right) \quad (5)$$

или

$$(p_3 - p_c)_3 - (p_3 - p_c) = \frac{\mu \cdot Q}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h} \cdot Sk, \quad (6)$$

где

$$Sk = \left(\frac{k}{k_3} - 1 \right) \cdot \ln \frac{r_3}{r_c}. \quad (7)$$

принято называть скин-эффектом (рис. 2).

Таблица 1. Использование буровых растворов во время вскрытия продуктивного горизонта

Буровой раствор	Плотность, гр/см ³	Условная вязкость, сек	Фильтрационная корка, мм
На основе глины	1,14–1,16	55–65	2,0–2,5
Биополимерный	1,10–1,12	45–65	1–1,5
Без добавок (только вода)	1,00–1,01	15	0

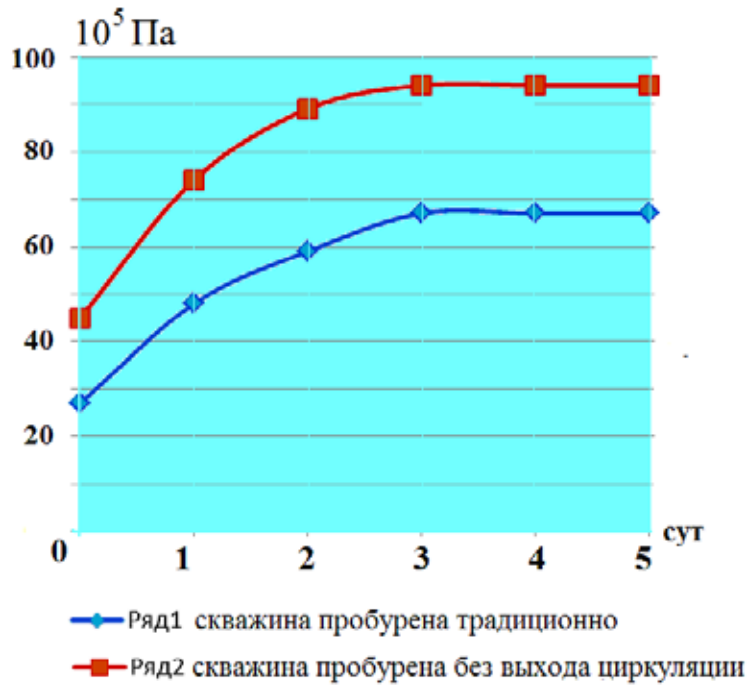


Рис. 1. Изменение давления во время освоения скважины

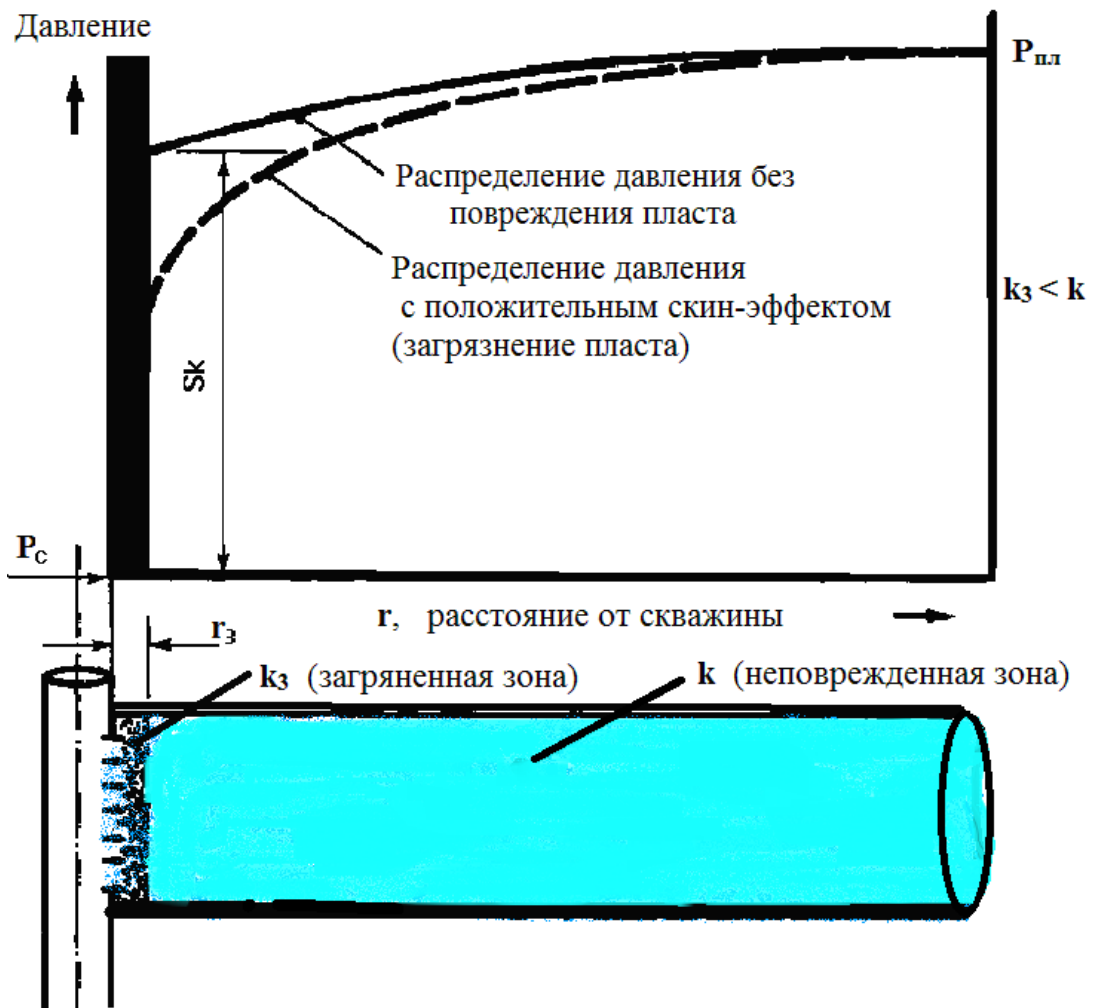


Рис. 2. Распределение давления в случае повреждения пласта

В случае, когда $Sk > 0$, то это означает, что проницаемость ПЗС ухудшились в процессе вскрытия пласта (рис. 2). Если $Sk < 0$, то коллекторские свойства пласта улучшились (в результате проведения операций по интенсификации пласта).

Часто под поврежденной продуктивной зоной пласта (ПЗП) подразумевают скважину, которая имеет дебит ниже, описываемого по формуле Дюпюи (1) за счет появления дополнительной преграды при фильтрации флюида из незагрязненного пласта в скважину (т. е. за счет появления положительной величины скин-эффекта в знаменателе формулы) [2]:

Литература:

1. Басарыгин, Ю. М., Будников В. Ф., Булатов А. И., Проселков Ю. М. Технологические основы освоения и глушения нефтяных и газовых скважин: учеб для вузов. 2001.
2. Крылов, В. И., Крецул В. В. Технологические жидкости для заканчивания и капитального ремонта скважин. — Ташкент: Филиал Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина, 2009. — С. 192.

$$Q = \frac{2\pi kh}{\mu} \cdot \frac{p_{пл} - p_c}{\ln \frac{r_k}{r_c} + Sk} \quad (8)$$

Таким образом, за счет использования пластовой (технической) воды и отсутствия механических воздействий на продуктивный пласт, значение скин-эффекта будет ниже нуля, что приведет к большему дебиту и к минимальным затратам во время освоения скважины, а с экономической точки зрения это выгодно со всех сторон.

Разработка комплексных показателей качества для материалов низа обуви

Мусаев Сайфулло Сафоевич, доцент;
Жураев Комилжон Асатович, студент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В данной статье рассмотрены вопросы разработки высококачественных полимерных композиций для низа обуви в условиях эксплуатации в сухом жарком климате.

In this article questions of development of high-quality polymeric compositions for a footwear bottom under operating conditions in arid hot climate are considered.

Вопросы разработки высококачественных полимерных композиций для низа обуви в условиях эксплуатации в сухом жарком климате имеют свои особенности и требуют выявления наиболее важных показателей качества продукции.

В соответствии с ГОСТ 15467–79 (1), «качество продукции» — это совокупность свойств продукции, определяющих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Количественная сторона качества продукции выражается через ее свойства. Показатели качества продукции — это количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, рассматриваемая применительно к условиям ее создания или потребления.

Разработке номенклатуры комплексных показателей качества продукции посвящены исследования специалистов различных областей промышленности, в частности: Г. Г. Азгальдова, Э. П. Райхмана, А. В. Гличева, Е. Б. Кобляковой, В. Е. Романова, Б. А. Бузова, В. Х. Ликумовича, Б. Я. Краснова, Т. Т. Фоминой и т. д.

В последнее время в обувной промышленности появились работы (2), решающие вопросы разработки научно-обоснованной структуры и классификации свойств обуви и выявления взаимосвязанности показателей качества.

Определенный интерес представляет работа С. В. Смельковой (3) по разработке эргономической оценки качества низа обуви. в работе предложена иерархическая структурная схема, с помощью которой охарактеризованы эргономические свойства обуви, в частности, физиологические. Проведен выбор наиболее значимых эргономических показателей физиологического соответствия для оценки качества низа обуви.

Авторы (4) считают, что основными направлениями работы по совершенствованию качества обуви являются: разработка технических требований к материалам для конкретных групп обуви, оптимизация номенклатуры показателей качества материалов и готовой обуви и применение комплексных оценок качества.

Однако во всех вышеперечисленных работах мало освещена классификация показателей качества низа обуви.

Отсутствует информация о диапазоне изменений количественных показателей качества с учетом требований, предъявляемых к ней потребителями, с точки зрения конкретных условий эксплуатации.

Таким образом, для оценки качества низа обуви в условиях эксплуатации в сухом жарком климате, выбора оптимальной композиции и материала для ее изготовления необходимо, используя научно-обоснованный подход, разработать выбора рецептур синтетических подошвенных материалов для низа обуви, учитывающую специфические условия эксплуатации и значения требований, предъявляемых к ней со стороны (заказчика) потребителя.

Выбор номенклатуры показателей свойств обувных подошвенных материалов, в полной степени описывающих весь комплекс условий эксплуатации обуви в сухих тропиках, определение значимости и численных значений этих факторов был произведен экспертным методом, широко распространенным в квалиметрии, по методикам, предложенным в работах (4).

Главным достоинством экспертного метода является то, что он основан на математической статистике, позволяя при достаточно большой выборке (количество экспертов) получить вполне достоверные данные.

В качестве основного математического аппарата при обработке результатов экспертного опроса был использован метод априорного ранжирования (5).

Был проведен анализ 40 анкет. В качестве экспертов выбраны специалисты-производители обуви и научные работники высших учебных заведений, занимающиеся вопросами химической технологии обуви. Анкетные данные экспертов приведены в табл. 1.

Контингент экспертов выбран таким образом, чтобы охватить широкий круг специалистов, знакомых с поставленной задачей, обеспечив при этом большинство для специалистов — производителей.

Опрос экспертов носил очный характер и проходил в два тура. Экспертам предлагалось проранжировать ряд стандартизированных показателей качества полимерного низа обуви, причем, каждому эксперту было предоставлено право дополнять предложенный перечень признаков и исключать факторы, которые на его взгляд являются не существенными.

После анализа результатов первого тура анкетирования, с учетом дополнений и пожеланий экспертов, были составлены новые анкеты и проведен второй тур опроса. В скорректированных анкетах предусмотрено место для ответа на вопрос о количественной величине каждого единичного показателя качества.

Результаты анкетирования обрабатывали по стандартной программе «RANGIR» на ЭВМ ЕС-1033. Графическая интерпретация полученных результатов приведена на рис. 1.

Таблица 1

Категория экспертов	Стаж работы, лет						Всего	
	до 5	5–10	10–15	15–20	20–25	свыше 25	человек	%
Специалисты-производители обуви	4	5	5	7	6	5	32	80
Научные работники	3	1	1	2	1	-	8	20
Всего	7	6	6	9	7	5	40	100

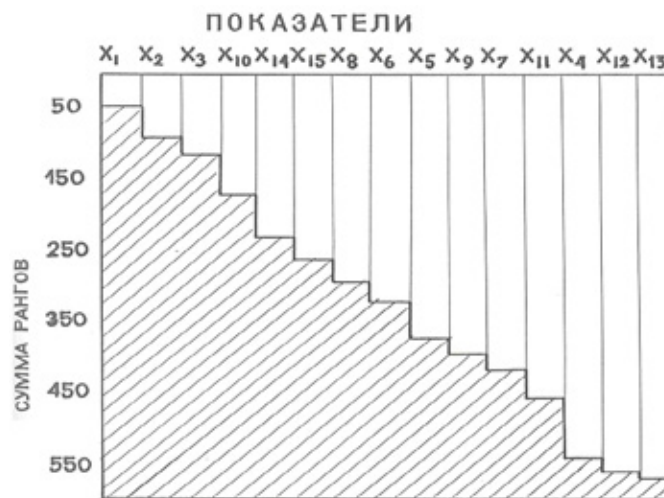


Рис. 1. Диаграмма распределения суммы рангов: X_1 — предел прочности при разрыве; X_2 — относительное удлинение при разрыве; X_3 — остаточное удлинение при разрыве; X_4 — толщина подошвы; X_5 — твердость; X_6 — плотность; X_7 — сопротивление многократному изгибу; X_8 — коэффициент сопротивления к скольжению; X_9 — сопротивление истиранию; X_{10} — теплостойкость; X_{11} — вязкость расплава; X_{12} — цена; X_{13} — эластичность по отскоку; X_{14} — прочность связи композиции с тканью; X_{15} — теплопроводность

Расчет значимости показателей качества полимерного низа обуви проводили по формуле:

$$Y_i = \frac{m \cdot n - S_i}{0.5m \cdot n(n-1)} \quad (1)$$

где Y_i — величина значимости фактора; m — количество экспертов; n — количество факторов; S_i — сумма рангов, соответствующая i -му фактору.

Величины коэффициентов значимости показателей качества полимерного низа обуви приведены в табл. 2.

Средние значения количественных показателей качества полимерного низа обуви, предназначенной для эксплуатации в условиях сухого тропического климата, приведены в табл. 3.

Оценку достоверности полученных результатов проводили расчетным путем по степени согласованности ответов на анкету. Общую степень согласованности ответов

по всей совокупности признаков оценивали для каждой категории экспертов и для всех экспертов в целом с помощью коэффициента конкордации W по формуле:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12}m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j} \quad (2)$$

где S — сумма квадратов отклонений; T_j — показатель связанных (равных) рангов для каждого j -го эксперта.

$$T_j = \frac{1}{12} \sum_{k=1}^l (t_k^3 - t_k), \quad (3)$$

l — число случаев равенства рангов.

Наибольшим значением коэффициента конкордации обладает категория экспертов — «специалисты — производители». Значение коэффициента конкордации для всех

Таблица 2. Распределение факторов по степени значимости

№ пп	Показатели качества полимерного низа обуви	Сумма рангов	Коэффициент значимости
1	Предел прочности при разрыве	48,5	0,131
2	Относительное удлинение при разрыве	96,5	0,120
3	Остаточное удлинение при разрыве	110	0,117
4	Теплостойкость	178	0,101
5	Прочность связи композиции с кожей	233	0,087
6	Теплопроводность	257	0,082
7	Коэффициент сопротивления скольжению	295	0,073
8	Плотность	320	0,067
9	Твердость	370,5	0,055
10	Сопротивление истиранию	387,5	0,051
11	Сопротивление многократному изгибу	408,5	0,047
12	Вязкость расплава	451	0,035
13	Толщина подошвы	535,5	0,013
14	Цена	551,5	0,011
15	Эластичность по отскоку	557,5	0,010

Таблица 3. Численные значения показателей качества

№ пп	Показатели качества, единицы измерения	Оценка количественных значений		
		удовлетвор.	хорошо	отлично
1	Предел прочности при разрыве, МПа	не менее 2	3,7	4,7
2	Относительное удлинение при разрыве, %	не менее 250	350	450
3	Остаточное удлинение при разрыве, %	не более 40	30	20
4	Теплостойкость, °С	115	125	135
5	Прочность связи композиции с тканью, кН/м	не менее 2,7	3,0	4,0
6	Теплопроводность, Вт/м·К	0,3	0,2	0,1
7	Коэффициент сопротивления скольжению, усл. ед.	0,6	0,7	0,9
8	Плотность, г/см ³	1,1	0,8	0,6
9	Твердость, усл. ед.	50	70	75
10	Сопротивление истиранию, Дж/мм ³	не менее 5,0	6,5	8,0
11	Сопротивление многократному изгибу, тыс. циклов	более 15	60	90
12	Вязкость расплава, Па·с	5x10 ⁴	3x10 ⁴	10 ³
13	Цена, руб/кг композиции	3,6	2,6	1,8

анкетированных экспертов равно 0,86, что говорит о хорошей степени согласованности и о достоверности полученной информации.

Согласованность мнений экспертов при ранжировании признаков можно считать доказанной, если табличное значение критерия Пирсона меньше расчетного значения для случая с $(n-1)$ степенями свободы. В рассматриваемом случае с вероятностью 0,95 можно утверждать, что согласованность экспертов при ранжировании признаков является не случайной, так как величины расчетного и табличного значения коэффициента

Пирсона равны 485,6 и 23,68 соответственно.

Таким образом, с помощью экспертного опроса удалось получить номенклатуру показателей качества, значимость и численные значения единичных показателей качества для материалов низа обуви.

По итоговому анализу (рис. 1) и (табл. 2 и 3) полученную информацию предполагается использовать для разработки технических требований и для оптимизации рецептурно-технологических факторов изготовления деталей низа обуви, используемой в регионе с сухим жарким климатом.

Литература:

1. Перспективные искусственные материалы для низа обуви. — ОИ «Промышленность искусственных кож и плеченочных материалов». - М.: ЦНИИТЭ легпрома, 2001, вып. 2. — 84 с.
2. Мэнсон Дж., Сперлинг Л. Полимерные смеси композиты. Пер. с англ./Под ред. Ю. К. Годовского. — М.: Химия, 1999. — 440 с.
3. Кулезнев, В. Н. Смеси полимеров, — М.: Химия, 2000. — 304 с.
4. Kautchuk and Gummi Kunststoffe. — 2003. v/36, N3. - P. 181.
5. Rubber World/2008/v/178, N1. — P/8; N2/ — P. 55.

Изучение процесса влажно-тепловой обработки тканей

Нутфуллаева Лобар Нуруллаевна, научный исследователь;

Нутфуллаева Шахло Нуруллаевна, ассистент;

Сайитова Умида Салимовна, ассистент;

Ходжаева Ойчехра, магистр

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В статье изложен технологический процесс влажно-тепловой обработки изготовления швейных изделий, так как основная задача влажно-тепловой обработки — это придание готовым изделиям товарного вида, формы, обеспечивающей хорошую посадку изделий на фигурах потребителей в соответствии с образцами моделей.

Процесс ВТО (влажно-тепловая обработка) подразделяют на три стадии: подготовка материала к формообразованию, формование материала и фиксация полученной формы. В процессе влажно-тепловой обработки ткань подвергается деформации, что вызывает распрямление, изгибание, растяжение и сжатие волокон. На первой стадии процесса влажно-тепловой обработки воздействие тепла и влаги на ткань ослабляет действие межмолекулярных сил в волокнах. Благодаря этому на второй стадии процесса изменяется конфигурация цепей волокон. Удаление влаги из ткани и охлаждение ее способствуют восстановлению связей между молекулами при новой конфигурации их цепей. За счет этого на третьей стадии процесса фиксируется форма, приданная материалу на второй стадии.

Влажно-тепловая обработка основана на свойствах высокополимерных материалов, служащих сырьем для изготовления одежды, изменять свое строение под действием влаги и тепла. При действии на материал влаги и тепла,

они могут находиться в трех состояниях: стеклообразным, характеризующийся малыми упругими и легкообратимыми деформациями; высокоэластическим, обладающим большими, но еще обратимыми деформациями; вязко-текучем состоянии с резким возрастанием необратимых деформаций [1].

Объемная форма одежды может быть получена двумя способами: во-первых, путём разработки конструкции изделия с максимальным членением его на части, для чего используется вытачки, швы и рельефы, складки и т.п. (при этом, чем больше членение детали, тем точнее его форма будет воспроизводить форму одеваемой поверхности); во-вторых, путем изменения геометрических размеров материала на отдельных участках детали, для чего используются деформационные свойства материала. Применяя второй способ, можно воспроизвести требуемую форму изделия при минимальном членении его на детали, что значительно снижает трудоёмкость обработки изделия

и уменьшает расход материала. На практике чаще всего используют комбинированный способ получения объёмной формы, сочетающий в себе в большей или меньшей степени указанные выше способы. Применение того или иного способа получения объёмной формы одежды зависит от характера поверхности изделия, степени его кривизны, используемого метода конструирования, деформационных свойств материала [2].

Исследование текстильных материалов показали, что термодинамические кривые ткани подобны термодинамическим кривым монокристаллических полимеров. При этом установлено, что на каждый из трех стадий процесса влажно-тепловой обработки необходимо выдержать определенные температуру и влажность (параметры рабочих сред). Температура рабочей среды на первой стадии должна быть равна 90–100°C, а на второй стадии 105–120°C.

Теплостойкость тканей в основном определяется теплостойкостью их волокон. По данным А.Н. Соловьева теплостойкость материала характеризуется максимальной температурой, выше которой начинается ухудшение его свойств. Термостойкость материала характеризуется температурой, при которой начинается его термодинамический распад. Значения тепло- и термостойкости волокон, используемых при изготовлении текстильных материалов для одежды, приведены в таблице 1 [3].

Нагревание ткани выше указанной температуры вызывает потерю прочности и износоустойчивости, изменение цвета и др. В связи с тем, что ткань в обычных условиях обладает плохой теплопроводностью, большое значение для качества влажно-тепловой обработки швейных изделий имеет влага. Связь влаги с тканью бывает химической, физико-химической и физико-механической. Если пакет одежды бывает из нескольких слоев, при прессовании слои будут нагреваться неравномерно.

Применение готового пара позволяют равномерно распределять его по поверхности и объему обрабатываемого пакета ткани, интенсифицировать процесс влажно-тепловой обработки и управлять им. Интенсификация процесса может проходить благодаря повышению давления, температуры и количества пара без резкого повышения температуры горячей поверхности. С увеличением давления пара от 10^5 до 6×10^5 Па время влажно-тепловой обработки сокращается в два раза, а дополнительный перегрев пара на 30°C позволяет использовать его как увлажняющую и сушащую рабочую среду. Кроме того, можно автоматизировать регулирование количества пара, подаваемого со стороны верхней подушки пресса, удаление его через нижнюю подушку и прекращение процесса влажно-тепловой обработки после охлаждения ткани путем отсоса горячего воздуха. В случае воздействия на ткань готовым паром все слои пакета быстро нагреваются и сохраняют эту температуру в течение всего периода воздействия пара и греющейся поверхности. Поэтому температуру пара не должна превышать 120–140°C. Для равномерного нагревания ткани готовым паром, необходимо, чтобы нижняя подушка пресса, так же как при контактном нагревании через влажный проутюжельник, имела температуру 110°C. Экспериментально установлено, что в результате равномерного нагревания ткани готовым паром получается одинаковая остаточная деформация каждого слоя пакета.

Получение и закрепление формы деталей происходит, как указывалось выше, вследствие изменения конфигурации молекулярных цепей волокон при удалении влаги и охлаждении. Однако молекулярная структура разных волокон различна и эффект закрепления формы деталей получается неодинаковый.

В волокнах шерсти при переходе от одной конфигурации молекулярной цепи к другой во время воздействия

Таблица 1. Характеристика тепло- и термостойкости волокон

Волокно	Температура, °С, при которой происходят			
	разложение	потеря прочности	размягчение	плавление
Хлопковое	150	120	-	-
Льняное	-	120	-	-
шерстяное	170–180	-	-	-
Натуральный шелк	150–170	-	-	-
Вискозное	180–200	120–130	-	-
Медно-аммиачное	150	120	-	-
Ацетатное	95–105	95–105	200	230
Полиэтиленовое	-	-	-	110–120
Полипропиленовое	-	100	140	160–165
Поливинилхлоридное	-	65–75	65–75	-
Хлориновое	-	70–80	95–100	-
Полиамидное	-	90–100	170–235	215–255
Полиэфирное	-	160–170	230–240	250–255
Полиакрилонитрильное	-	180–200	235	-
Асбестовое	-	200–400	-	-

влаги и тепла происходит перестройка дисульфидных связей. Вследствие этого после удаления влаги и охлаждения шерстяные ткани устойчиво сохраняют форму, полученную в процессе ВТО. В целлюлозных волокнах (хлопковых, вискозных, льняных) при влажно-тепловой обработке перегруппировываются водородные связи; получаемая перегруппировка, однако, весьма неустойчива к действию влаги. Затруднено придание и закрепление формы деталям из тканей, содержащих синтетических волокон, когда эта форма получается за счет растяжения нитей. В шерстяных тканях с различным содержанием волокон лавсана объемная форма деталей одежды закрепляется при формовании за счет изменения угла между нитями основы и утка. Форма деталей после ВТО может быть неустойчивой независимо от вида волокна, если ткань в конце процесса не высушена до ее равновесного состояния в нормальных условиях и не охлаждена. Исследованиями установлено, что наиболее экономичным и эффективным является отсос влаги и воздуха из ткани. Когда подушки пресса закрыты, тогда необходимо начинать отсос, это обеспечивает удаление избытка влаги [1].

ВТО швейных изделий из ткани различного волокнистого состава не обеспечивает достаточной устойчивости формы в процессе носки изделий. Чтобы обеспечить формоустойчивость деталей одежды, при изготовлении их применяют прокладки в нужных деталях одежды или проводится предварительная обработка материала («форниз») в текстильном предприятии.

ВТО выполняется тремя способами: глажение — это способ производится с помощью утюгов, при котором гладящая поверхность перемещается по ткани и одновременно оказывает на нее давление; прессование — способ производится с помощью прессов, при котором ткань

сжимается между двумя горячими, но не перемещающимися поверхностями; пропаривание — способ производится с помощью паровоздушных манекенов, при котором давление на ткань производится паром без воздействия горячей поверхности.

Крупные швейные предприятия оснащены импортным оборудованием, включающим карусельные и вертикальные прессы с горизонтальным прямолинейным перемещением нижних подушек. При этом нагрев рабочих органов утюгов и прессов — паровой и смешанный, т. е. утюжильная поверхность и верхняя подушка соответственно нагреваются теплоэлектронагревателями, а поверхность стола и нижняя подушка — паром. Сушка и стабилизация вакуумом и поддув воздухом осуществляются через нижние рабочие органы. Удаление отработанного технологического пара производится аспирационным устройством, которым снабжена верхняя подушка, или вентиляторами, установленными над зоной обработки.

В цехах влажно-тепловой обработки готовой продукции существуют автоматизированные линии. Транспортные системы и программирующие цифровые компьютеры объединяют в единый комплекс цепочку оборудования для влажно-тепловых работ. Специальный подъемник, захватив изделие, висящее на вешалке, автоматически передает его от одного рабочего места к другому. Современному производству необходимы специалисты, владеющие компьютерной техникой, так как многие этапы производства в значительной степени ею оснащаются. Наряду с этим досконально изучать процессы влажно-тепловой обработки, знать принципы работы оборудования влажно-тепловой обработки, так как качество и внешний вид изделия во многом зависит от них.

Литература:

1. Бузов, Б. А., Модестова Т. А., Алыменкова Н. Д. Материаловедение швейного производства. Москва, «Легкая промышленность и бытовое обслуживание», 1986.
2. Черепенько, А. П. Разработка методов проектирования высокоэффективных процессов влажно-тепловой обработки швейных изделий. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора техн. наук. М.: МТИЛП, 1992.
3. Стельмашенко, В. И., Розаренова Т. В. Материаловедение швейного производства. Москва, «Легпромбытиздат», 1987.

К расчету пластин переменной жесткости

Олимов Муродилла, кандидат физико-математических наук, доцент;

Шокиров Даврон Абдугаффор угли, ассистент

Наманганский инженерно-педагогический институт (Узбекистан)

Предлагается алгоритм расчета прямоугольных пластин переменной жесткости при различных краевых условиях. Задача сводится к решению систем обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка при переменных коэффициентах с помощью метода дифференциальной прогонки. Приведены некоторые численные результаты.

Ключевые слова: дифференциальная прогонка, задача Коши, метод Канторович — Власова, изгиб балки переменного сечения, цилиндрической оболочки переменной толщины, прямоугольной пластинки переменной жесткости.

Вопрос об изгибе прямоугольных пластин переменной толщины — один из сложных в теории изгиба тонких плит. Из-за сложности интегрирования уравнения для прогиба точек срединной поверхности пластинки в настоящее время имеется незначительное число подобных задач, для которых получено точное решение. Поэтому в большинстве случаев такие задачи решаются численными методами.

Эффективность того или иного приближенного метода решения, как известно, определяется многими факторами, среди которых затраты времени на решение задачи и точность полученных результатов являются, по-видимому, наиболее важными.

Анализ широко применяемых приближенных методов приводит к убеждению, что вариационные методы очень трудоемкие в подготовительной работе даже при условии вычисления всех интегралов на компьютере, а метод конечных разностей хотя и универсален, но связан с большим числом алгебраических уравнений.

В данной статье предлагается алгоритм расчета прямоугольных пластин переменной жесткости (толщины) при различных краевых условиях. Задача сводится к решению обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка с переменными коэффициентами, которые, в свою очередь сводятся к решению задач Коши.

В качестве исходного возьмем уравнение изгиба пластин переменной жесткости [1], которое в безразмерных координатах будет иметь вид.

$$D\Delta'\Delta'w + 2\frac{\partial D}{\partial x}\frac{\partial}{\partial x}\Delta'w + 2\gamma^2\frac{\partial D}{\partial y}\frac{\partial}{\partial y}\Delta'w + \Delta'D\Delta'w - \gamma^2(1-\nu)\left(\frac{\partial^2 D}{\partial x^2}\frac{\partial w}{\partial y^2} - 2\frac{\partial^2 D}{\partial x\partial y}\frac{\partial^2 w}{\partial x\partial y} + \frac{\partial^2 D}{\partial y^2}\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right) = f(x, y),$$

где

$$x = \frac{\bar{x}}{a}, y = \frac{\bar{y}}{b}, w = \frac{\bar{w}}{h_0}, D = \frac{\bar{D}}{D_0}, f(x, y) = \frac{q_0 a^4}{D_0 h_0} q(x, y), q = \frac{\bar{q}}{q_0}, \gamma = \frac{a}{b}, \Delta' = \frac{d^2}{dx^2} + \gamma^2 \frac{d^2}{dy^2}. \tag{1}$$

Здесь переменные с чертой означают переменные в обычных координатах, a — размер пластинки по оси x , b — по оси y , $D=D(x, y)$ — жесткость пластинки, $w=w(x, y)$ — прогиб, $q(x, y)$ — нагрузку (все в безразмерных координатах).

Основные граничные условия для пластин следующие [1]:

$$\left. \begin{array}{l} \text{а) жестко защемленной} \\ w = 0, \frac{\partial w}{\partial x} = 0 \quad x = 0, y = 1, \\ \text{при} \\ w = 0, \frac{\partial w}{\partial y} = 0 \quad y = 0, y = 1; \\ \text{б) свободно опертой –} \\ w = 0, \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0 \quad x = 0, x = 1 \\ \text{при} \\ w = 0, \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = 0 \quad y = 0, y = 1 \\ \text{в) свободной –} \\ M_x = 0, Q_x - \frac{\partial M_{xy}}{\partial y} = 0 \quad x = 0, x = 1, \\ \text{при} \\ M_y = 0, Q_y - \frac{\partial M_{yx}}{\partial x} = 0 \quad y = 0, y = 1, \end{array} \right\} \tag{2}$$

Комбинируя эти условия, можно получить и другие варианты граничных условий.

Если положить, что жесткость является функцией только переменной x , то из уравнения (I) получим

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[D(x) \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right] + \gamma^2 D(x) \frac{d^2}{dy} (\Delta'w + \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}) + 2\gamma^2 \frac{dD(x)}{dx} \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} + \gamma^2 \nu \frac{d^2 D(x)}{dx^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = f(x, y). \tag{3}$$

Решение уравнения (3) ищем в виде [2]

$$w(x, y) = \sum_{i=1}^n u_i(x) \varphi_i(y), \tag{4}$$

где $\varphi_i(y)$ — известные координатные функции.

Далее, выполняя процедуры метода Канторовича-Власова, приходим к системе обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка с переменными коэффициентами:

$$\frac{d^2}{dx^2} \left[P(x) \frac{d^2 u(x)}{dx^2} \right] + R(x) \frac{d^2 u(x)}{dx^2} + Q(x) \frac{du(x)}{dx} + \theta(x) u(x) = F(x), \tag{5}$$

где $P(x), R(x), Q(x), \theta(x)$ — квадратные матрицы порядка n ;

$F(x)$ — n -мерный вектор

Элементы этих матриц и вектора имеют вид

$$P_{ji} = D(x) \int_0^1 \varphi_j \varphi_i dy,$$

$$R_{ji} = 2\gamma^2 D(x) \int_0^1 \varphi_j \varphi_i'' dy,$$

$$Q_{ji} = 2\gamma^2 \frac{D(x)}{d(x)} \int_0^1 \varphi_j \varphi_i'' dy,$$

$$\theta_{ji} = \gamma^4 D(x) \int_0^1 \varphi_j \varphi_i'''' dy + \nu \gamma^2 \frac{d^2 D(x)}{dx^2} \int_0^1 \varphi_j \varphi_i'' dy,$$

$$F_j = \int_0^1 f(x, y) \varphi_j dy \quad (i, j = 1, 2, \dots, n),$$

$$u(x) = \begin{pmatrix} u_1(x) \\ u_2(x) \\ \vdots \\ u_n(x) \end{pmatrix}$$

При этом граничные условия (2) принимают форму:

а) для жестко защемленной пластинки —

$$u(0) = 0, u'(0) = 0, u(1) = 0, u'(1) = 0;$$

б) для свободно опёртой —

$$u(0) = 0, u''(0) = 0, u(1) = 0, u''(1) = 0;$$

в) для свободной —

$$u''(0) + \rho_1 u(0) = 0, u'''(0) + \rho_2 u'(0) = 0,$$

$$u''(1) + \rho_1 u(1) = 0, u'''(1) + \rho_2 u'(1) = 0;$$

здесь ρ_1 и ρ_2 — квадратные матрицы вида

$$\left. \begin{aligned} \rho_1 &= \nu A^{-1} B \\ \rho_2 &= \frac{2-\nu}{\nu} \rho_1 \end{aligned} \right\}, \tag{6}$$

где элементы квадратных матриц A и B определяются как

$$A_{ji} = \int_0^1 \varphi_j \varphi_i dy, \quad B_{ji} = \int_0^1 \varphi_j \varphi_i'' dy \quad (i, j = 1, 2, \dots, n).$$

Случай, когда система (5) состоит из одного уравнения, описан в работе [3], где она решается методом дифференциальной прогонки. Аналогично к полученной системе попытаемся применить этот метод.

1. Рассмотрим систему (5) при следующих граничных условиях:

$$\left. \begin{aligned} u(0) = u''(0) = 0 \\ u(1) = u''(1) = 0 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Введя обозначения $u = u^{(1)}$, $Pu'' = u^{(2)}$, систему (5) приведем к виду

$$v''(x) = A(x)v'(x) + B(x)v(x) + C(x), \quad (8)$$

где

$$A(x) = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ -\theta(x) & 0 \end{pmatrix}, \quad B(x) = \begin{pmatrix} 0 & P^{-1}(x) \\ -\theta(x) & -R(x)P^{-1}(x) \end{pmatrix}, \quad C(x) = \begin{pmatrix} 0 \\ F(x) \end{pmatrix}, \quad v(x) = \begin{pmatrix} u^1(x) \\ u^2(x) \end{pmatrix}.$$

Кроме того, $A(x)$ и $B(x)$ – квадратные матрицы порядка $2n$, $C(x)$ и $v(x)$ – $2n$ -мерные векторы.

Граничные условия (7) преобразуются:

$$v(0) = 0, \quad v(1) = 0.$$

Решение системы (8) ищем в виде

$$v(x) = \alpha(x)v''(x) + \beta(x) \quad (9)$$

с начальными условиями

$$v(0) = 0, \quad (10)$$

где $\alpha(x)$ – квадратная матрица порядка $2n$;

$\beta(x)$ – $2n$ -мерный вектор.

Для определения $\alpha(x)$ и $\beta(x)$ построим систему обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\left. \begin{aligned} \alpha' &= E - \alpha A - \alpha B \alpha \\ \beta' &= -\alpha B \beta - \alpha C \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

с начальными условиями

$$\alpha(1) = 0, \quad \beta(1) = 0 \quad (12)$$

Таким образом, краевая задача (5), (7) сводится к задачам Коши (11), (12) и (9), (10).

2. Если граничные условия для системы (5) представить как

$$\left. \begin{aligned} u(0) = u'(0) = 0 \\ u(1) = u''(1) = 0 \end{aligned} \right\}, \quad (13)$$

то решение будем искать в виде (9) и получим систему (11) с начальными условиями (12), а начальными условиями для системы (9) будут

$$v(0) = \begin{pmatrix} 0 \\ \beta^{(2)}(0) - \alpha^{(4)}(0)\alpha^{(2)-1}(0)\beta^{(1)}(0) \end{pmatrix}, \quad (14)$$

где $\alpha^{(k)}$ – квадратные матрицы порядка n ($k=2, 4$);

$\beta^{(k)}$ – n -мерные векторы ($k=1, 2$), причем

$$\alpha(x) = \begin{pmatrix} \alpha^{(1)} & \alpha^{(2)} \\ \alpha^{(3)} & \alpha^{(4)} \end{pmatrix}, \quad \beta(x) = \begin{pmatrix} \beta^{(1)} \\ \beta^{(2)} \end{pmatrix}.$$

Итак, краевая задача (5), (13) свелась к задачам Коши (11), (12) и (9), (14).

3. При граничных условиях для системы (5) типа

$$\left. \begin{aligned} u(0) = 0, \quad u'(0) = 0 \\ u''(1) + \rho_1 u(1) = 0, \quad u'''(1) + \rho_2 u'(1) = 0 \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

решение будем искать в виде

$$P(x)u''(x) = \alpha(x)u'(x) + \beta(x)u(x) + \gamma(x), \quad (16)$$

где $\alpha(x)$ и $\beta(x)$ — n -мерные квадратные матрицы;
 $\gamma(x)$ — n -мерный вектор.

Из системы(16) и граничных условий(15) следует, что

$$\left. \begin{aligned} \alpha(1) = 0, \beta(1) = -P(1)\rho_1, \gamma(1) = 0, \\ \alpha'(1) = P(1)(\rho_1 - \rho_2), \beta'(1) = -P'(1)\rho_1, \gamma'(1) = 0 \end{aligned} \right\} \tag{17}$$

Подставляя(16) в систему(5), приводим к системе обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка с начальными условиями(17) для отыскания $\alpha(x), \beta(x), \gamma(x)$:

$$\left. \begin{aligned} \alpha'' = -(\alpha P^{-1} \alpha)' - A\alpha - Q - \alpha P^{-1} \beta - 2\beta' \\ \beta'' = -(\alpha P^{-1} \beta)' - A\beta - \theta. \\ \gamma'' = -(\alpha P^{-1} \gamma)' - A\gamma + F \end{aligned} \right\}, \tag{18}$$

где $A = (\alpha' + \beta + \alpha P^{-1} \alpha + R)P^{-1}$.

В результате краевая задача(5), (15) сводится к двум задачам Коши — (18), (17) и системе(16) с начальными условиями

$$u(0) = 0, \quad u'(0) = 0.$$

4. Пусть требуется решить системы(5) при граничных условиях

$$\left. \begin{aligned} u''(0) + \rho_1 u(0) = 0, \quad u'''(0) + \rho_2 u'(0) = 0, \\ u''(1) + \rho_1 u(1) = 0, \quad u'''(1) + \rho_2 u'(1) = 0, \end{aligned} \right\} \tag{19}$$

Для удовлетворения первых двух граничных условий(19) систему(16) необходимо решать при следующих начальных условиях:

$$u(0) = (a_{12} - a_{11}a_{21}^{-1}a_{22})^{-1}(b_1 - a_{11}a_{21}^{-1}b_2),$$

$$u'(0) = (a_{11} - a_{12}a_{22}^{-1}a_{22})^{-1}(b_1 - a_{12}a_{22}^{-1}b_2)$$

где

$$a_{11} = \alpha(0), a_{12} = \beta(0) + P(0)\rho_1,$$

$$a_{21} = \alpha'(0) + \beta(0) + P(0)\rho_2,$$

$$a_{22} = \beta'(0) + [P'(0) - \alpha(0)]\rho_1$$

$$b_1 = -\gamma(0), \quad b_2 = -\gamma'(0).$$

5. Если систему (5) решать при граничных условиях

$$\left. \begin{aligned} u(0) = 0, \quad u''(0) = 0, \\ u''(1) + \rho_1 u(1) = 0, \quad u'''(1) + \rho_2 u'(1) = 0 \end{aligned} \right\},$$

то для системы (16) будем иметь начальные условия

$$u(0) = 0, \quad u'(0) = -\alpha^{-1}(0)\gamma(0).$$

6. Рассмотрим систему (5) с граничными условиями

$$\left. \begin{aligned} u(0) = 0, u'(0) = 0, \\ u(1) = 0, u'(1) = 0 \end{aligned} \right\}. \tag{20}$$

Решение этой системы ищем в виде

$$u(x) = \alpha(x)P(x)u''(x) + \beta(x)[P(x)u''(x)] + \gamma(x). \tag{21}$$

Из граничных условий (20) и системы (21) вытекают следующие условия:

$$\left. \begin{aligned} \alpha(1) = 0, \beta(1) = 0, \gamma(1) = 0, \\ \alpha'(1) = 0, \beta'(1) = 0, \gamma'(1) = 0. \end{aligned} \right\} \tag{22}$$

Далее, подставив выражение(21) в систему(5), получим систему обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка для определения неизвестных функций

$\alpha(x), \beta(x)$ и $\gamma(x)$:

$$\left. \begin{aligned} \alpha'' &= T[\alpha' - \beta(\theta\alpha - RP^{-1})] + (\alpha + \beta')(\theta\alpha - RP^{-1}) + (\beta Q + E)P^{-1} + (\beta RP^{-1})' + (\beta\theta)' \alpha \\ \beta'' &= T(\alpha' - \beta\theta\beta + \beta') + (\alpha + \beta')\theta\beta + \beta RP^{-1} - 2\alpha' + (\beta\theta)' \beta \\ \gamma'' &= T[\gamma' - \beta(\theta\gamma - F)] + (\alpha + \beta')(\theta\gamma - F) - (\beta F)' + (\beta\theta)' \gamma \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

где

$$T = [(\alpha + \beta')Q + (\beta Q)' + \beta\theta](\beta Q + E)^{-1}.$$

Начальные условия для системы(21) будут такие:

$$\left. \begin{aligned} u(0) &= 0, u'(0) = 0, \\ u''(0) &= P^{-1} [\alpha' - \beta RP^{-1} - (\alpha + \beta')\beta^{-1}\alpha]^{-1} [(\alpha + \beta')\beta^{-1}\gamma - \gamma'\beta F] \Big|_{x=0}. \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

Таким образом, краевая задача(5), (20), сведена к двум задачам Коши: (23), (22) и (21), (24).

Рассмотрим примеры.

Задача 1. Пусть жесткость свободно опертой квадратной пластинки изменяется по закону

$$D(x) = \left[1 + \sum_{i=1}^N a_i (b_i x + C_i)^i \right]^k,$$

Где k — действительное число, и на пластинку действует сплошная нагрузка интенсивностью $f(x)$.

В этом и других примерах координатные функции выбирались так:

$$\varphi_i(y) = \sin i\pi y.$$

Данная задача при $N=k=1, a_1=7, b_1=1, c_1=0, f(x)=1+7x, v=0, 16$ рассмотрена в работах [1,2].

Для сравнения в табл.1 приведены численные значения прогиба и изгибающих моментов по оси симметрии

$y = \frac{1}{2}$, найденные предлагаемым методом, при $n=1$, где n — число членов ряда(1), и методами, изложенными

в работах [1,2,3].

Таблица 1

Искомая величина	Решение	X				
		0,175	0,335	0,494	0,653	0,812
$W : \frac{4q_0 a^4}{\pi^5 k_0 D_0}$	Грань-Ольссона [1]	0,2072	0,3095	0,3270	0,2787	0,1834
	Привед.в работе [4]	0,2030	0,3085	0,3230	0,2730	0,1700
	Предлагаемым методом	0,2069	0,3086	0,3278	0,2782	0,1725
$M_x : \frac{4q_0 a^4}{\pi^3}$	Гран-Ольссона [1]	0,8676	1,2683	1,4778	1,5116	1,2277
	Предлагаемым методом	0,8631	1,2623	1,4652	1,5051	1,2481
$M_y : \frac{4q_0 a^4}{\pi^3}$	Гран-Ольссона [1]	0,5935	1,2171	1,6630	1,7613	1,3965
	Предлагаемым методом	0,5866	1,2077	1,6586	1,7509	1,3232

Сравнительный анализ показывает хорошее совпадение итоговых данных расчета. Однако метод, предложенный в работе [2], можно применять только в случае, когда жесткость является линейной функцией. В работе же [2] задача сводится к решению бесконечных систем алгебраических уравнений и рассматриваются лишь опертые пластинки, что ограничивает класс решаемых задач.

Предлагаемым методом можно решать задачи практически при любых изменениях функции жесткости. В табл.2 отражены результаты решения задачи I по оси $y = \frac{1}{2}$ при более сложном виде функции жесткости, т. е. при $N = k = 3, a_1 = -0.8, a_2 = 0, a_3 = 1, b_1 = b_2 = 2, C_1 = C_2 = -1, \nu = 0.25$.

Таблица 2

Искомая величина	N	X		
		0,25	0,50	0,75
$W : \frac{q_0 a^4}{k_0 D_0}$	1	0,00119	0,00219	0,00221
	3	0,00118	0,00217	0,00217
	5	0,00118	0,00217	0,00217
$M_x : q_0 a^2$	1	0,01058	0,01696	0,02095
	3	0,01045	0,01669	0,01978
	5	0,01050	0,01677	0,02002
	7	0,01048	0,01673	0,01994
	9	0,01049	0,01675	0,01998
	11	0,01049	0,01674	0,01996
$M_y : q_0 a^2$	1	0,02550	0,02453	0,01305
	3	0,02388	0,02219	0,01115
	5	0,02418	0,02273	0,01174
	7	0,02408	0,02253	0,01150
	9	0,02412	0,02264	0,01162
	11	0,02410	0,02261	0,01156

Для того чтобы показать численную сходимость по методу Канторовича-Власова, в этой таблице представлены данные расчета при различных значениях n, где n — число членов ряда (4) свидетельствующих о довольно хорошей сходимости при этом методе.

Задача 2. Рассчитать прямоугольную пластинку с отношениям сторон $\gamma = \frac{a}{b} = 2$, жесткость которой изменяется

по закону

$$D(x) = 1 + x - x^2 + x^3 - x^4,$$

опертую по сторонам $y=0$ и $y=1$, защемленную по стороне $x=0$ и свободную по стороне $x=1$.

В этом случае граничные условия будут иметь вид

$$\left. \begin{aligned} u(0) = 0, \quad u'(0) = 0 \\ u''(1) + \rho_1 u(1) = 0 \\ u'''(1) + \rho_2 u'(1) = 0 \end{aligned} \right\},$$

где ρ_1 и ρ_2 вычисляются по формулам (6). Численные результаты для прогиба и изгибающих моментов по оси $y = \frac{1}{2}$ и при $\nu=0.25$, полученные по методике, описанной в п.3 приведены в табл.3

Таблица 3

Искомая величина	n	x			
		0.25	0.50	0.75	1,00
$W : \frac{q_0 a^4}{10k_0 D_0}$	1	0,00447	0,00821	0,01050	0,01336
	3	0,00444	0,00817	0,01046	0,01329
	5	0,00444	0,00817	0,01046	0,01329
$M_x : q_0 a^2$	1	0,00996	0,01369	0,01286	-0,01319
	3	0,00956	0,01325	0,01235	—0,01365
	5	0,00964	0,01335	0,01246	—0,01353

	7	0,00961	0,01331	0,01242	—0,01358
	9	0,00962	0,01333	0,01244	—0,01356
	11	0,00962	0,01332	0,01243	—0,01357
$M_y : q_0 a^2$	1	0,02234	0,04332	0,05344	0,04617
	3	0,02090	0,04152	0,05131	0,04383
	5	0,02122	0,04191	0,05177	0,04434
	7	0,02110	0,04177	0,05160	0,04416
	9	0,02116	0,04183	0,05168	0,04424
	11	0,02114	0,04180	0,05164	0,04420

В заключение необходимо подчеркнуть, что предлагаемый метод позволяет решать довольно широкий класс задач об изгибе прямоугольных пластин как постоянной, так и переменной жесткости. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка, путем надлежащего введения новых независимых переменных, можно свести к довольно компактным системам обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, которые легко реализуются на ЭВМ. Кроме того, этот метод с достаточно высокой точностью и при малых затратах машинного времени обеспечивает получение всех необходимых расчетных величин.

Литература:

1. М. Олимов, О.О. Жакбаров, Ф.С. Ирискулов, Алгоритм решения прикладных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка с методом дифференциальной прогони, молодой ученый, 2015, w6, с. 193–196, www.moluch.ru
2. Палечек, Е.М. Поперечный изгиб прямоугольных пластин переменной жесткости. Труды Калининградского технического института рыбной промышленности и хозяйства, вып 7. Калининградское книжное изд-во, 1963.
3. М. Олимов, Қ. Исманова, П. Қаримов, Ш. Исмоилов. Математические пакеты прикладных программ. Тошкент, 2015 г.

Результаты экспертного обследования технологического трубопровода природного газа с содержанием 4% водорода

Сапронов Олег Алексеевич, эксперт по промышленной безопасности (г. Владимир);
Токарев Дмитрий Александрович, эксперт по промышленной безопасности (г. Владимир);
Китаев Олег Олегович, эксперт по промышленной безопасности (г. Москва)

В данной статье авторы доводят до сведения широкого круга специалистов результаты экспертного обследования образцов элементов технологического трубопровода природного газа с содержанием 4% водорода, расположенного между подогревателем природного газа 1Z6 и емкостью 4Z1 (HDS) в составе установки получения водорода модели HGM, произведенной компанией H2Gen Innovations Inc.

Ключевые слова: экспертное обследование, получение водорода, технологический трубопровод, дефекты, микроструктура.

The results of the expert examination of the technological pipeline natural gas with 4% hydrogen

Sapronov Oleg, Expert on industrial safety, Vladimir
Tokarev Dmitry, Expert on industrial safety, Vladimir
Kitaev Oleg, Expert on industrial safety, Moscow

In this article, the authors bring to the attention of a wide range of experts the results of the expert examination of samples of elements of the technological pipeline natural gas with 4% hydrogen located between the heater and

natural gas 1Z6 capacity 4Z1 (HDS) as part of the installation for producing hydrogen model HGM produced by H2Gen Innovations Inc.

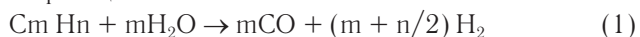
Keywords: *expert inspection, hydrogen production, process pipe, defects, microstructure.*

В начале дадим описание указанной установке. Установка по производству водорода (англ. сокр. HGM) представляет собой установку для реформинга метана, в которой происходит преобразование природного газа и деионизированной воды в водород. Установка имеет в своем составе собственную систему газоочистки, которая обеспечивает чистоту водорода 99,999%. По окончании монтажа и проверки система функционирует в автономном режиме и требует только проведения периодического обслуживания.

Производство чистого водорода в установке HGM делится на следующие этапы:

- удаление серы из природного газа с использованием катализатора десульфурации;
- реформинг паров природного газа в присутствии пара;
- преобразование водяного газа оксида углерода в присутствии пара;
- очистка водорода с помощью PSA (адсорбция при переменном давлении).

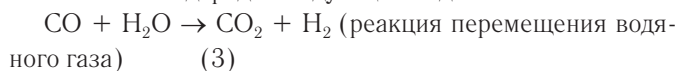
Природный газ смешивается с паром, который вырабатывается в установке HGM из деионизированной воды, и затем пропускается в трубы, в которые встроен катализатор для реформинга. Реформинг метана и более высоких углеводородов, которые обычно присутствуют в природном газе, при наличии пара обуславливается следующими реакциями:



В случае с метаном ($m=1$ и $n=4$) такая реакция преобразуется в:



Моноксид углерода, получаемый в результате реакции реформинга, далее вступает в реакцию с паром при более низкой температуре, получается двуокись углерода и дополнительно водород в следующем виде:



Продукт реформинга, полученный в результате описанных выше реакций, содержит примерно 75% водорода по объему в сухом виде. После охлаждения подаваемая вода конденсируется и отводится из установки, остаточные примеси, включая CO_2 , CO , CH_4 , N_2 и вода выводятся системой очистки PSA (адсорбция при переменном давлении). Струя из системы PSA (содержащая водород и CO_2 с малым содержанием CO , CH_4 и N_2) сжигается в качестве топлива в топке и обеспечивает большую долю энергии, необходимой для поддержания реакции реформинга, которая является эндотермической реакцией, а также для повышения давления перегретого пара.

Условиями эксплуатации указанного трубопровода являются:

— рабочая среда — природный газ с примесью 4% водорода;

— рабочая температура — после нагрева в подогревателе, температура среды может быть в диапазоне 119–340°C (по паспортным данным) и 90–240°C (по текущим эксплуатационным настройкам установки);

— рабочее давление — максимальное давление, обусловленное давлением нагнетания газового компрессора — 18,0 кгс/см² (по паспортным данным), и 16,8 кгс/см² (по текущим эксплуатационным настройкам установки);

— смежные условия — трубопровод расположен вблизи узлов и агрегатов установки с высокими рабочими температурами (парогенератор 6Z2, реформер 4Z4) в теплоизоляционной защите, выполненной из минеральной ваты, базальтовых плит и одеял. Общий вид трубопровода приведен на рис. 1.

Основанием для проведения экспертного обследования стало выход из строя и нарушение герметичности технологического трубопровода.

Целью обследования было исследование металлической трубы диаметром 12,0 мм толщиной стенки 1,0 мм для определения химического состава, подбора аналога отечественного материала, исследования микроструктуры, определение механических свойств и выявление причин возникновения повреждений.

Для исследований заказчиком предоставлены образцы аварийного трубопровода, общий вид которых представлен на рис. 2.

Материал. Из анализа документации изготовителя установлено: представленные образцы — участки трубы холоднотянутой отожженной, декапированной диаметром 12,0 мм толщиной 1,0 мм, выполненной из никельхромового сплава INCONEL®600, поставляемого компанией Special Metals Corporation, США.

Сплав INCONEL® 600 выполняется по национальному стандарту США UNS N06600, относится к сплавам типа никель-хром, характеризующимися хорошей сопротивляемостью к окислению при высоких температурах, хлористо-ионному коррозионному растрескиванию, кислотной и щелочной коррозии, хорошей пластичностью. Сплав используется в компонентах печей, в химической и пищевой промышленности, атомной энергетике (трубы атомного парогенератора) и для изготовления сварочных электродов.

Дефекты. В результате визуального и измерительного контроля образцов установлено:

цвет наружной и внутренней поверхности образца свидетельствует о воздействии на металл высоких температур; на наружной поверхности образца обнаружено сквозное отверстие в зоне выпучины — результат раз-



Рис. 1. Общий вид трубопровода



Рис. 2. Общий вид образца трубопровода

вития дефекта со стороны внутренней поверхности (Рис. 3);

— на внутренней поверхности образца обнаружены многочисленные повреждения — раковины (Рис. 4);

— дефектов, вызванных механическими повреждениями наружной и внутренней поверхности образца, не обнаружено;

— повреждений в виде трещин по металлу не обнаружено.

Анализ химического состава. В результате спектрального и химического анализа образцов с применением спектрографа универсального СЛУ, экспресс-анализатора на углерод АН-7560 установлено содержание химических элементов, таких как углерод, кремний, марганец, хром, никель.

Определение отечественного аналога материала.

На основании проведенного спектрального и химического анализа образцов установлены ближайшие отечественные аналоги. Ближайшими отечественными аналогами являются стали марки ХН78Т и ХН70Ю по ГОСТ 5632–72*.

Исследование микроструктуры материала. В результате исследований установлена ферритно-перлитная микроструктура образцов. Зерна образца № 4 однородные (Рис. 5), соответствуют 7–8 баллу по шкале ГОСТ 5639–82*. На внешней поверхности образца зерна большего размера, по сравнению с внутренней поверхностью и соответствуют 7 баллу по шкале ГОСТ 5639–82*. Зерна образца № 1 неоднородные (Рис. 6), соответствуют 5–6 баллу по шкале ГОСТ 5639–82*.

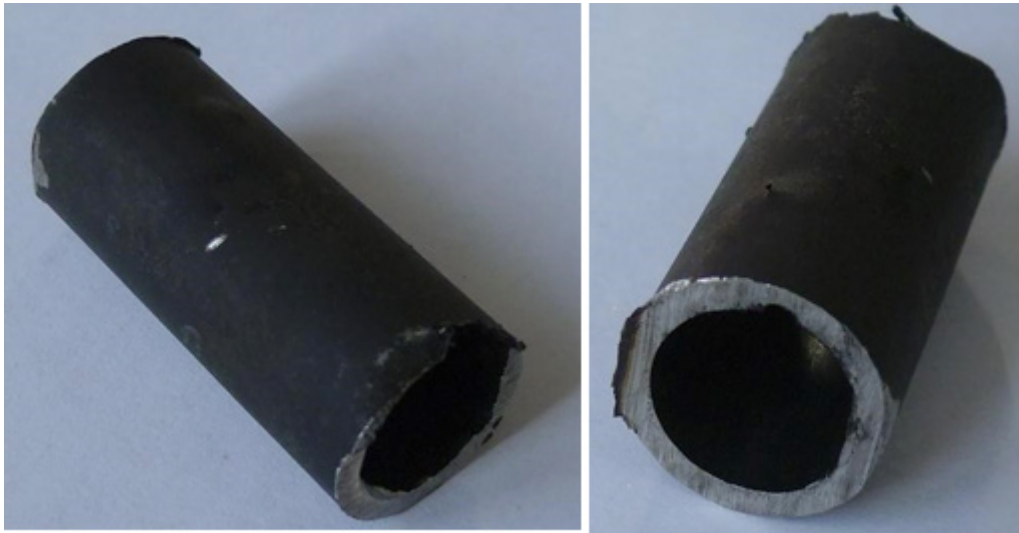


Рис. 3. На поверхности образца виден выход сквозного дефекта (раковины) и утончение стенки по мере развития раковины



Рис. 4. На внутренней поверхности образца видны многочисленные повреждения в виде раковин

Увеличенный размер зерна и неоднородность свидетельствуют о воздействии высоких температур, повлекшее изменение микроструктуры металла.

Определение механических свойств материала. В результате измерения твердости металла с применением твердомера ТК-14–25 установлено: твердость металла образца № 1 составляет 100–102 НВ; твердость металла образца № 4 составляет 115–124 НВ. Различная твердость образцов, являющихся частью одного трубопровода и располагающихся на незначительном удалении друг

от друга, не более 500 мм, косвенно подтверждает воздействие высоких температур. Установлено: образец № 1 был подвержен более длительному воздействию высоких температур.

Выводы. В результате проведенного исследования образцов, являющихся частью трубопровода природного газа с содержанием 4% водорода, расположенного между подогревателем природного газа 1Z6 и емкостью 4Z1 (HDS) в составе установки по производству водорода

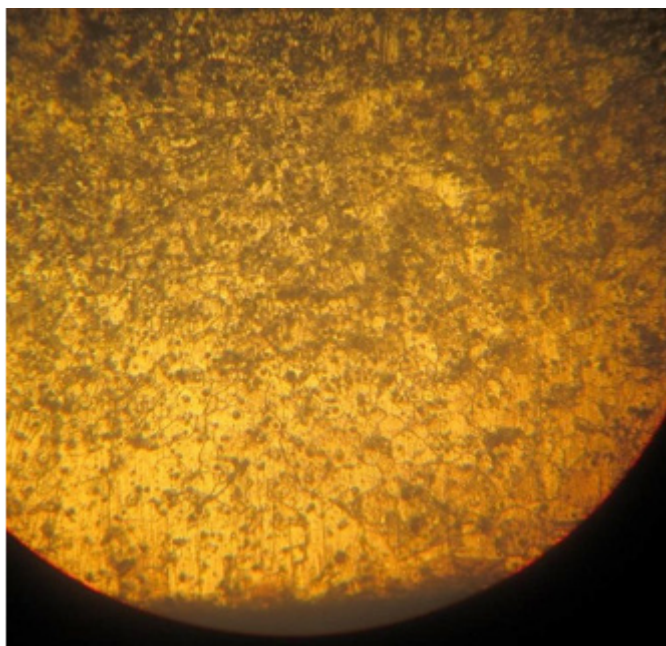


Рис. 5. Микроструктура образцов

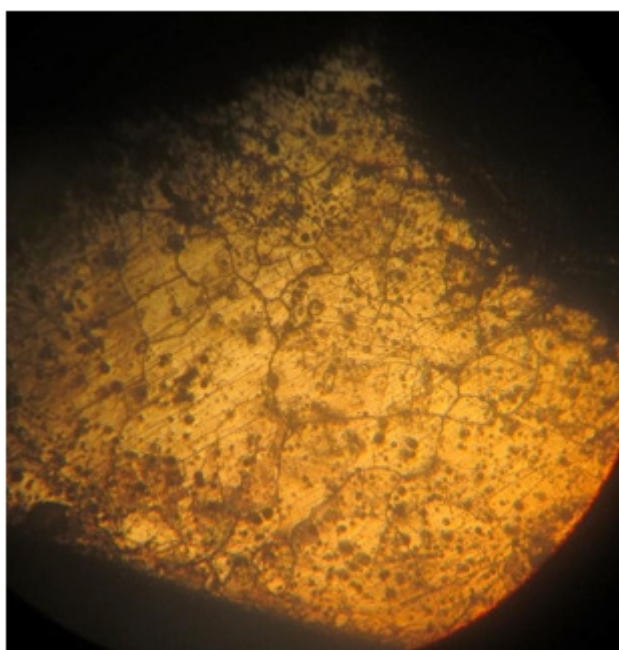


Рис. 6. Микроструктура образцов

модели HGM, установлена причина возникновения дефектов — воздействие высоких температур.

Рекомендации. По результатам экспертного обследования заказчику даны рекомендации: заменить аналогичные трубопроводы природного газа с содержанием 4 % водорода, расположенные между подогревателем природного газа 1Z6 и емкостью 4Z1 (HDS) в составе других установок модели HGM, принадлежащих заказчику; при замене применять сертифицированные материалы и технологии сварки. Перед вводом в эксплуатацию про-

вести гидравлические (пневматические) испытания; усовершенствовать теплоизоляцию установок по производству водорода.

Авторы статьи надеются, что представленные материалы результатов экспертного обследования побудят организации, эксплуатирующие установки получения водорода модели HGM произведенных компанией H2Gen Innovations Inc., провести своевременный контроль технического состояния технологического оборудования установок.

Литература:

1. ГОСТ 5632–72* «Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки».
2. Воробьева, Г.Я. «Коррозионная стойкость материалов в агрессивных средах химических производств». Изд. 2-е пер. и доп. М., «Химия», 1975.
3. РД 03–606–03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю».
4. РД 38.13.004–86 «Эксплуатация и ремонт технологических трубопроводов под давлением до 10,0 МПа (100 кгс/см²)».
5. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч 1, Ч 2. — СПб.: НПО «Профессионал». 2006–916 с. ил.
6. ГОСТ 5639–82* «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна» (с изменениями).

Оценка и прогнозирование остаточного срока службы стальных газопроводов в условиях деформационного старения

Сигаилов Михаил Владимирович, ведущий инженер отдельного подразделения;
Манин Олег Александрович, инженер отдельного подразделения;
Матвеевцев Владимир Евгеньевич, ведущий инженер отдельного подразделения;
Кафтанов Павел Евгеньевич, ведущий инженер отдельного подразделения
ООО «НОЦ ЭТ ТД» (г. Москва)

В статье проведен краткий обзор ряда методик оценки остаточного срока службы (ресурса) стальных газопроводов сетей газораспределения и газопотребления в условиях деформационного старения. С использованием практических примеров, показано, что применение различных расчетных методик может способствовать повышению достоверности оценки остаточного ресурса стальных газопроводов.

Ключевые слова: стальные газопроводы, деформационное старение, временное сопротивление, предел текучести, остаточный срок службы.

Основными объектами сетей газораспределения и газопотребления являются стальные газопроводы, подающая часть которых построена в 60–80-е годы прошлого столетия. К настоящему времени большинство таких газопроводов исчерпало свой нормативный срок службы (ресурс) и требует проведения диагностических работ для оценки фактического состояния с целью определения возможности и условий дальнейшей безопасной эксплуатации.

Решение о продлении эксплуатации газопроводов базируется на определении причин их перехода в предельное состояние — выявлении наиболее значимых показателей с последующим выполнением расчетных и аналитиче-

ских процедур прогнозирования технического состояния, включающих оценку остаточного ресурса (срока службы) по рекомендованным методикам.

При длительных статических эксплуатационных нагрузках одной из таких причин может быть деформационное старение металла элементов газопроводов [1, 2], сопровождающееся снижением пластичности, выраженным в сближении величин предела текучести ($\sigma_{0,2}$) и временного сопротивления (σ_b). В подобных условиях для элементов, изготовленных из малоуглеродистых сталей, предельным считается момент времени, при котором отношение $\sigma_{0,2}/\sigma_b$ становится равным 0,9. При этом для прогнозирования технического состояния и оценки

остаточного ресурса необходимыми являются данные о динамике деградации механических свойств металла в процессе эксплуатации.

В подавляющем большинстве случаев при диагностировании преимущество отдается неразрушающим методам контроля. Начальные (на момент ввода в эксплуатацию) механические характеристики металла элементов газопроводов принимаются по исполнительной документации, фактические (текущие) значения — определяют косвенным методом, например, пересчетом по предварительно установленным корреляционным соотношениям между искомыми параметрами и измеренными значениями твердости [3].

Расчет остаточного срока службы газопроводов по изменению пластичности металла регламентирован методиками, изложенными в РД 12–411–01 [1] и Р Газпром 2–2.3–789–2014 [2].

Согласно РД 12–411–01 [1] зависимость изменения начальных механических характеристик металла элементов газопровода от времени эксплуатации описывается степенной функцией ψ , включающей эмпирические коэффициенты α, b, c, e , определенные на основе экспериментальных данных путем их аппроксимации и в соответствии с критерием подобия процессов деформирования и разрушения металлов одной группы. Остаточный срок службы определяется графически, прогнозированием времени достижения фактического отношения $\sigma_{0,2}/\sigma_b$ его предельного значения при известной динамике изменения начальных механических свойств во времени, заданной функцией ψ (с интервалом точности + 10%).

В рекомендациях Р Газпром 2–2.3–789–2014 [2] явление деградации свойств металла количественно характеризуется накопленной в процессе эксплуатации степенью деформационного старения ($\Delta\delta$ %), определяемой по изменению механических свойств металла в процессе эксплуатации с учетом коэффициентов изменения механических свойств сталей при деформационном старении (η), полученных экспериментально при лабораторных испытаниях искусственно состаренных образцов металла и фрагментов труб с разным сроком службы. При этом остаточный срок эксплуатации оценивается по времени достижения фактической (накопленной) степени деформационного старения ме-

талла ее предельного значения ($\Delta\delta$ %^{пред.}), соответствующего условию $\sigma_{0,2}/\sigma_b = 0,9$.

Очевидно, что указанные методики наиболее корректно применимы при условии наличия данных о начальных значениях σ_b и $\sigma_{0,2}$, либо при доступности и адекватности предыдущих результатов контроля металла элементов газопровода, например, результатов измерения твердости металла при плановом диагностировании, проводимом по истечению ранее продленного срока службы газопровода. Вместе с тем в рассмотренных документах [1, 2] отмечено, что определенные экспериментально коэффициенты могут уточняться при получении новых данных.

Таким образом, для повышения достоверности оценки остаточного ресурса стальных газопроводов целесообразно применение дополнительных расчетных методик. Из результатов работ [4–6] сделан вывод, что одной из таковых методик может являться оценка остаточного срока службы по уровню остаточной прочности (γ) в соответствии с [7].

Величина γ определяется соотношением:

$$\gamma = \frac{\sigma_{вф}}{0,95 \cdot K_s \cdot \sigma_{0,2ф}}, \quad (1)$$

где $\sigma_{вф}, \sigma_{0,2ф}$ — фактические значения предела прочности и предела текучести материала, МПа; K_s — коэффициент снижения трещиностойкости вследствие деформационного старения.

$$K_s = 1 + 0,025 \cdot C_h \cdot t, \quad (2)$$

где $C_h = C + Mn/6$ — эквивалент углерода, %; t — время эксплуатации трубопровода, лет.

При этом в качестве предельного рассматривается момент времени, при котором фактическое значение уровня остаточной прочности ниже единицы, что, согласно [5, 7], свидетельствует о достижении состояния объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация возможна либо на сниженных параметрах, либо невозможна вообще. Алгоритм расчета остаточного срока службы по данной методике представлен в работе [5].

В целях сопоставления, проведен расчет остаточного срока службы ряда элементов стальных газопроводов по рассмотренным методикам. Исходные данные для расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные для расчета остаточного срока службы

Номинальные размеры расчетного элемента подземного газопровода	Марка стали	C, %	Mn, %	$\sigma_{в0}$, МПа	$\sigma_{т0}$, МПа	t, лет	$R_{ф}$, МПа	$T_{ф}$, °C	$\sigma_{вф}$, МПа	$\sigma_{тф}$, МПа
Труба $\varnothing 219 \times 8$ мм	Ст20	0,18	0,35	490	295	44	0,03	10	531	345
Труба $\varnothing 159 \times 8$ мм	Ст20	0,20	0,57	500	280	43	0,60	8	519	332
Труба $\varnothing 159 \times 6$ мм	Ст10	0,14	0,35	434	244	43	0,60	11	458	275
Труба $\varnothing 108 \times 3,5$ мм	Ст10	0,12	0,39	445	254	43	0,03	11	464	280
Труба $\varnothing 89 \times 4$ мм	Ст10	0,14	0,39	463	260	41	0,03	10	493	301
Труба $\varnothing 57 \times 4$ мм	Ст20	0,17	0,57	487	288	44	0,03	9	525	338

Указанные в таблице 1 сведения получены из практики проведения работ по техническому диагностированию стальных подземных газопроводов. При этом марка стали, содержание углерода (С) и марганца (Mn), исходные значения временного сопротивления ($\sigma_{в0}$) и предела текучести ($\sigma_{т0}$) определены по данным сертификатов изготовителей (поставщиков); фактическое (действую-

щее) давление ($P_{ф}$), среднегодовая температура грунта на уровне заложения газопровода ($T_{ф}$) и срок эксплуатации (t) — по результатам анализа документации; фактические значения временного сопротивления ($\sigma_{вф}$) и предела текучести ($\sigma_{тф}$) — пересчетом результатов измерений твердости (НВ) по корреляционным соотношениям [8].

Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты расчета остаточного срока службы

Номинальные размеры расчетного элемента подземного газопровода	Остаточный срок службы, лет		
	по РД 12–411–01 [1]	по Р Газпром 2–2.3–789–2014 [2]	по уровню остаточной прочности [7] (с учетом алгоритма [5])
Труба Ø219×8 мм	57	73	9
Труба Ø159×8 мм	58	207	8
Труба Ø159×6 мм	59	386	13
Труба Ø108×3,5 мм	69	500	13
Труба Ø89×4 мм	74	297	12
Труба Ø57×4 мм	58	83	9

Как видно из таблицы 2, значения срока службы, определенные по уровню остаточной прочности [7] значительно меньше значений, рассчитанных по методикам РД 12–411–01 [1] и Р Газпром 2–2.3–789–2014 [2]. Полученные результаты удовлетворительно согласуются с выводами авторов работы [6].

Таким образом, основываясь на принципах объективности, всесторонности и полноты исследований, проводимых с использованием современных достижений науки и техники при прогнозировании технического состояния и назначении остаточного срока службы стальных газопроводов в рассмотренных случаях, предпочтение следует отдать методике оценки уровня остаточной прочности [7].

Литература:

1. РД 12–411–01. Инструкция по диагностированию технического состояния подземных стальных газопроводов. — Сер. 12. — Вып. 3 — М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2009. — 104 с.
2. Р Газпром 2–2.3–789–2014. Газораспределительные системы. Определение остаточного ресурса сварных соединений распределительных трубопроводов.
3. Сигаилов, М. В., Шувакин А. Е., Матвеевцев В. Е., Манин О. А. Оценка механических свойств металла по твердости при диагностировании технического состояния стальных газопроводов // Молодой ученый. — 2016. — № 3. — с. 206–208.
4. Гевлич, С. О., Полонский А. Я. Расчет остаточного ресурса статически нагруженных конструкций в условиях эксплуатационного старения // Безопасность труда в промышленности. — 2009. — № 3. — с. 51–53.
5. Гевлич, С. О., Пегишева С. А. Выбор критерия предельного состояния диагностируемых металлоконструкций // Изв. Волгоградского государственного технического университета. Серия «Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении». — 2010. — Вып. 4 — Т. 4. — с. 183–187.
6. Гевлич, С. О., Бабяк Т. Г., Васильев К. А., Макарова Н. В., Мирзонов М. В. Экспресс-метод оценки остаточного ресурса стальных труб // Технические науки — от теории к практике. — 2015. — № 9 (45). — с. 82–85.
7. Ячинский, А. А. Влияние структурно-фазового состава трубных сталей и их сварных соединений на сопротивлению деформационному старению/А. А. Ячинский // Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. — М.: РГУ НиГ им. И. М. Губкина, 2006.
8. РД ЭО 0027–2005. Инструкция по определению механических свойств металла оборудования атомных станций безобразцовыми методами по характеристикам твердости.

Перспективы применения АСУ ТП в гидроэлектрических станциях Республики Узбекистан

Ташматов Хайит Каршиевич, кандидат технических наук, доцент;

Музафаров Анвар Рустамович, студент;

Раббимов Умарбек Шарофиддинович, студент

Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Беруни (Узбекистан)

Автоматизированная система управления — это система, в которой для получения и обработки информации, а также для управления, используются различные автоматические устройства, но определенные (главные) функции управления выполняются человеком. Термин «автоматизированная» всегда предполагает обязательное и основное участие людей. Часто такую систему называют человеко-машинной или арготической. Такие системы существенно повышают эффективность управления, от которого прямо зависит экономическая эффективность, поскольку управление содержит в себе обе важные части — техническую и экономическую. АСУ является важнейшим техническим средством по оптимизации всех технологических и экономических процессов в энергетике. Большая капиталоемкость энергетического хозяйства страны делает особенно актуальной разработку вопросов рационального использования капитальных вложений в энергетику и повышения их эффективности. Проектирование и строительство энергетических систем, их важнейших элементов ТЭС, ГЭС, АЭС, ЛЭП и электроэнергетических объединений в целом, а также эксплуатация построенных систем и объектов — это сложнейшие технико-экономические задачи.

В настоящее время в СНГ эксплуатируется 39 ГЭС общей мощностью 2900 МВт, проработавших 50 и более лет и 58 ГЭС мощностью 13800 МВт, проработавших 40 лет и более. В результате интенсивной эксплуатации основное энергетическое оборудование, электротехнические, коммутационные, радиорелейные системы и защиты физически изношены, морально устарели, требуют замены и модернизации.

Развитие гидроэнергетики Узбекистана до 2020 года базируется в основном на использовании гидроэнергетического потенциала, предусмотренных «Программой развития малой гидроэнергетики Республики Узбекистан», которое предусматривает развитие гидроэнергетики за счёт реализации потенциала малых рек, ирригационных каналов, водохранилищ водотоков на которых планируется построить 141 малых и микро ГЭС установленной мощности 1700 МВт, с выработкой электроэнергии до 8 млрд. кВт. час в год. В настоящее время в Республике строится 8 малых ГЭС мощностью 340 МВт, проектируется 7 мощностью 96 МВт [1].

Модернизация систем управления как технологическими процессами, так и производством в целом гидроэнергетических объектов (ГЭО) Узбекистана является одной из актуальных задач технического перевооружения

отрасли. Сегодня технический уровень систем контроля и учета, установленных на подавляющем большинстве гидроэлектростанций (Чирчикских ГЭС каскадов), не в состоянии удовлетворять современным требованиям к качеству технических средств, объему и функциональности. Уровень автоматизации напрямую влияет как на качество эксплуатации оборудования (ведение режимов, исключение отказов и повреждения оборудования, повышение ресурса, внедрение новых типов датчиков и т.д.), так и на экономическую эффективность производства электроэнергии (ее себестоимость) и, в конечном итоге, на конкурентоспособность гидроэлектростанции на рынке энергоснабжения, значимость чего в условиях реформирования отрасли трудно переоценить.

Комплекс АСУ ТП ГЭС предназначен для использования как на реконструируемых, так и на вновь возводимых объектах гидроэнергетики. Система управления масштаба станции является единым комплексом высокой степени интеграции, объединяющим в себя все подсистемы выработки и распределения электроэнергии станции, и позволяет осуществлять управление всеми процессами из единого центра. Интеграция подсистем и ведение общей базы данных позволяет предоставить оператору единый комплексный интерфейс, учитывать взаимные связи и блокировки, производить общую обработку данных различных подсистем, синхронизированных по времени.

Введение данного комплекта повышает надежность и эффективность работы оборудования, а также уменьшает возможность ошибочных действий персонала и улучшает условия работы. АСУ ТП ГЭС построена как интегрированный информационно-управляющий комплекс по принципу распределения функций между подсистемами, способными автономно управлять объектом автоматизации [2].

Верхний уровень включает следующие программно-технические комплексы оперативно-диспетчерского управления нормального и аварийного режимов, средства интеграции с контрольно-измерительными системами и внешними информационными системами:

- средства преобразования и передачи цифровой информации;
- кабельно-коммуникационные средства приема и передачи информации (контроллеры интерфейсов, сетевые адаптеры, концентраторы, кабели и др.);
- средства обработки информации (процессорные платы, модули центральных процессоров);
- средства хранения информации (магнитные и оптические устройства хранения и съема информации);

- средства отображения информации (видеомониторы, мнемощит);
- средства ввода различных директив управления в систему;
- устройства бесперебойного электропитания;
- средства документирования информации;
- система единого времени;

Связь между компонентами системы и другими подсистемами осуществляется посредством высокоскоростной оптоволоконной сети Ethernet TCP/IP, имеющей отказоустойчивую топологию. Структура системы предусматривает возможность дальнейшего наращивания и расширения состава решаемых задач и выполняемых функций и может варьироваться применительно к особенностям технологического оборудования и составу уже введенных в эксплуатацию подсистем конкретного объекта (рис. 1.).

Составными частями АСУ ТП могут быть отдельные системы автоматического управления (АСУ) и автоматизированные устройства, связанные в единый комплекс. Такие как системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA), распределенные системы управления (DCS), и другие более мелкие системы управления (на-

пример, системы на программируемых логических контроллерах (PLC)). Как правило, АСУ ТП имеет единую систему операторского управления технологическим процессом в виде одного или нескольких пультов управления, средства обработки и архивирования информации о ходе процесса, типовые элементы автоматики: датчики, устройства управления, исполнительные устройства. Для информационной связи всех подсистем используются промышленные сети [3].

На гидроэнергетических объектах наибольшее распространение получили четыре типа датчиков для измерения расхода воды: индукционные; ультразвуковые; электромагнитные; с сужающими устройствами. Однако эти приборы имеют ряд недостатков: длительность измерения, большой расход дорогостоящих реактивов, сложность конструкции, субъективность результатов измерений и другие.

Исследование и развитие теплового метода позволяет создать простые и надежные устройства для контроля расхода и уровня воды в гидротехнических системах. Перспективность теплового метода для контроля основных параметров воды обусловлена высоким быстродействием,

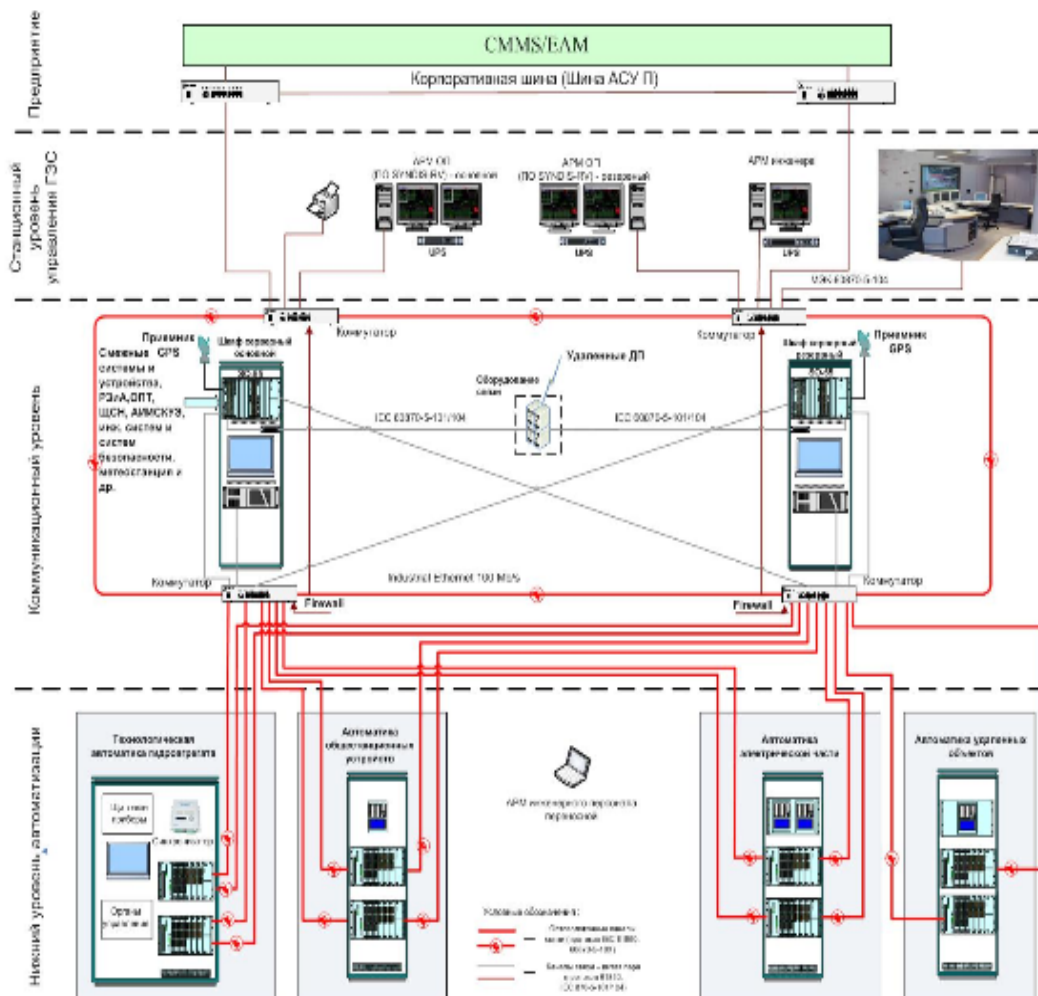


Рис. 1. Схема расположения АСУ ТП ГЭС

чувствительностью, помехозащищенностью и экономичностью

При кафедры «Гидравлики и гидроэнергетики» энергетического факультета ТашГТУ авторами разработаны кон-

струкции тепловых датчиков для контроля уровня воды. Разработанные конструкции тепловых датчиков воды прошли испытания при проведение контроля и управления уровня воды в Чирчикских ГЭС каскадов [4].

Литература:

1. Васильев, Ю. С. и др. Использование водной энергии — М.: Энергоатомиздат, 1995—608 с.
2. Саркисян, Р. Е., Мезин С. В. Применение метода анализа иерархий к оцениванию эффективности АСУ ТП ТЭС и ГЭС. Метод, пособие. — М.: Изд. МЭИ, 2004.
3. Плетнев, Г. П. Автоматизированные системы управления объектами гидроэлектростанций. — М.: Изд. МЭИ, 2005.
4. Ташматов, Х. К. Тепловой преобразователь уровня воды // Датчики и системы — 2006. — № 3. — с. 41—42.
- 5.

Изучение влияния автоматизации на качество выполнения технологических операций

Ташпулатов Салих Шукурович, доктор технических наук, профессор;
Бехбудов Шавкат Хусенович, докторант
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (Узбекистан)

Нутфуллаева Лобар Нуруллаевна, научный исследователь;
Юлдошева С. Р.
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В статье изложены основные требования к качеству изготовления одежды на всех стадиях производства. Рассмотрены методы улучшения качества одежды в результате применения прогрессивной технологии и современного оборудования.

Подход к решению вопросов о качестве для каждого вида продукции, в том числе швейных изделий, должен быть широким и комплексным, т. е. охватывать все сферы производства от подготовки сырья до получения готовой продукции.

Современный технологический процесс изготовления одежды основывается на строгом соблюдении режимов сборки и отделки деталей и узлов одежды, влажно-тепловой обработки. Основным условием достижения высокого качества продукции является соблюдение технологической дисциплины, т. е. технически правильное выполнение операций с учетом всех требований, указанных в картах инженерного обеспечения [1].

В автоматических процессах все операции (как нормального управления, так и контроля, защиты, восстановления работоспособности) осуществляются без непосредственного участия человека, т. е. процесс полностью автоматизирован; за человеком остается лишь включение и выключение (и то не всегда) оборудования в работу [2].

Автоматизация технологических процессов и операций является одним из эффективных путей улучшения качества выполняемых операций и повышения производительности труда.

Применение различных полуавтоматов и автоматов оказывает влияние на повышение качества операций, исключая воздействие на результат субъективного фактора и обеспечивая стабильность выполняемой работы независимо от квалификации рабочих. Так, например, автоматизация прокладывания строчек, расположенных около края стачиваемых деталей, позволяет исключить посадку и стягивание материалов ниточными строчками, перекосы деталей при стачивании, несимметричность линий строчки и другие дефекты пошива.

При массовом изготовлении одежды стало традиционным применение машин полуавтоматического действия для пришивания пуговиц, изготовления петель, закрепок.

Большое значение для повышения качества технологических операций имеет применение автоматического оборудования для прокладывания ниточных строчек различной длины и конфигурации. Выполнение на автоматах таких операций, как обтачивание воротников мужских сорочек, клапанов, манжет, погон, настрачивание накладных карманов, обеспечивает необходимую идентичность контуров строчек для всех деталей. В результате проведенной работы Т. Д. Уриадмкопели, была разработана конструкция сборочного МК (машинного комплекса)

для швейных изделий (например: манжет, рукавов, воротников, погон, карманов и др.), внедрение которого внесет значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса швейной промышленности [4].

В ЦНИИШПе выполнен ряд научно-исследовательских работ, направленных на создание базового полуавтомата для выполнения строчек с различной кривизной, а также определение основных параметров полуавтоматов, предназначенных для обтачивания деталей. При работе на таких полуавтоматах (например, на полуавтомате для обтачивания челночной строчкой деталей сложной конфигурации для мужских костюмов с одновременной обрезкой края детали) функции оператора (работавшего) сводятся к укладыванию пакета деталей в кассету. На нижнюю пластинку кассеты укладывают деталь клеевой прокладки клеем вниз и деталь подкладки лицевой стороной вверх, на них укладывают разделительную пластинку, затем сверху лицевой стороной вниз укладывают деталь клапана из основного материала. Разделительная пластинка необходима для создания припуска клапана из основного материала, который используется для образования канта после выворачивания готового клапана на лицевую сторону. Ширина канта зависит от толщины разделительной пластинки.

Все последующие операции по обтачиванию деталей, обрезке края детали эквидистантно линии строчки; укладывание цепочки обработанных деталей в сборник готовой продукции и останов кассеты в заданном положении при загрузке последующих деталей выполняются автоматически.

Следует отметить, что для прокладывания строчек различных контуров на подобных полуавтоматах применяют значительное количество копиров с различной конфигурацией кулачковых пазов, что создает неудобство при перестройке полуавтоматов на выполнение строчки другой конфигурации и загромождает рабочее место. Возможности осуществления различных технологических операций полуавтоматами с механической системой управления и заданием контура строчки копиром ограничены, так как копиром могут задаваться только несложные контуры строчек, не пересекающиеся по длине (например, полуавтоматы с механической системой управления могут с успехом использоваться для обтачивания и настрачивания отдельных деталей, однако для выполнения декоративных строчек они неприемлемы).

Наибольший эффект от использования полуавтоматов с механической системой управления может быть получен при изготовлении швейных изделий стабильного ассортимента с максимальной степенью унификации деталей одежды. Такая унификация была проведена ЦНИИШПом и другими НИИ.

Упрощению задачи по управлению технологическими операциями способствует применение микропроцессоров.

Микропроцессорные системы управления могут применяться в швейных машинах неавтоматического и полуавтоматического действия. При этом обеспечивается

автоматическое управление режимами обработки, скоростью прокладывания строчки, посадкой одной из стачиваемых деталей, изменением направления перемещения стачиваемых деталей и т.д. Улучшение качества обработки деталей достигается путем повышения точности прокладывания строчек и улучшения других параметров, требуемых для выполнения конкретной технологической операции.

При работе на машинах, оснащенных микропроцессорными системами управления, работница выполняет следующие приёмы: берёт детали, ориентирует их и направляет под иглу, включает машину, затем удаляет детали из рабочей зоны. Перед обработкой деталей работница составляет программу системы управления. Выполнение всех остальных приемов осуществляется автоматически: позиционирование иглы, выбор скорости обработки, переключение подачи материала рейкой, прокладывание определенного числа стежков на заданных участках строчки, выполнение заданной посадки одной из деталей, контроль обрыва нитей, обрезка нитей, подъем лапки и т.д. [1]. Например: в 1996 году у JUKI Corporation появляется еще одно достижение — первая одноигльная машина челночного стежка с автоматической намоткой и сменой шпули (DDL-5550N-7-WB/AW-1A). Намотка выполняется во время шитья, а смена шпули с помощью специального механизма выполняется автоматически за 3 секунды. Нужно сказать, что на универсальных швейных машинах это решение не получило дальнейшего развития, но стало применяться в полуавтоматах, например, для настрачивания карманов, и дало повышение их производительности на 15% [3].

Чтобы получить наибольшую эффективность использования машин с микропроцессорными системами управления, их следует применять для выполнения операций определенных групп [1].

К первой группе относятся операции выполнения неточной строчки, контур которой представляет собой ломаную линию, состоящую из коротких отрезков. К таким операциям относятся: настрачивание эмблем, этикеток, притачивание шлевок, прокладывание декоративных строчек, обтачивание мелких деталей (манжет, клапанов, воротников). При выполнении этих операций в задаваемую программу входят: число участков строчки, число стежков на каждом участке, прямое, или обратное направление подачи деталей на участке. Автоматически устанавливается скорость пошива и выход детали в заданную точку.

Вторую группу составляют операции, при выполнении которых строчка выходит на край детали (например, стачивание срезов рукава, притачивание манжет к рукавам). При выполнении таких операций работница не следит за окончанием строчки и может обрабатывать деталь с максимально возможной скоростью. Например, притачивание манжет к рукавам мужской сорочки на машине с микропроцессорной системой управления осуществляется следующим образом. Работница располагает детали

на платформе машины под иглой и, нажимая на педаль, включает машину. Вначале строчка прокладывается в обратном направлении (к работнице) при частоте вращения главного вала около 2000 мин^{-1} до тех пор, пока не поступит сигнал фотодатчика о выходе строчки на край детали. После этого происходит переключение на прямое направление подачи детали и работница может выполнять строчку с любой скоростью. Как только из-за детали появится луч фотодатчика, произойдет автоматическое снижение частоты вращения главного вала до 2000 мин^{-1} и после прокладывания заданного числа стежков строчка закончится и произойдет переключение направления подачи детали в обратную сторону, т. е. образование закрепки в конце строчки. Затем производится обрезка ниток и подъем лапки.

К третьей группе относятся отделочные операции, в которых строчку необходимо прокладывать на небольшом расстоянии от края детали, сохраняя это расстояние с высокой точностью. К таким строчкам относятся отделочные строчки на манжетах, клапанах, воротниках, накладных карманах и т. д.

Четвертую группу составляют операции, при выполнении которых требуется обеспечить посадку одной детали относительно другой. Примерами таких операций могут служить: втачивание рукава в закрытую пройму, обтачивание бортов и стачивание боковых срезов пальто, пиджака.

В пятую группу входят операции прокладывания двух параллельных строчек по контуру, состоящему из коротких отрезков: настрачивание накладных карманов на костюмах из джинсовых тканей, выполнение отделочных строчек.

Область применения машин с микропроцессорными Системами управления может быть расширена в соответствии с применением новых методов обработки деталей и узлов одежды. Применение микропроцессорных систем управления позволяет не только увеличить производительность труда на различных (в зависимости

от сложности) операциях до 20%, но и повысить точность их выполнения, что существенно влияет на повышение качества одежды [1].

Микропроцессорные системы управления используются также в полуавтоматическом швейном оборудовании не только в качестве программносителей для управления перемещением деталей, относительно рабочих инструментов машины (полуавтоматы для обтачивания деталей, вышивания, изготовления закрепок и др.), но и для быстрого изменения таких параметров, как длина строчки около прорези кармана, длина и ширина петель, расстояние между петлями или пуговицами. Кроме того, микропроцессоры применяют для автоматической диагностики неисправностей оборудования. Более высокой степенью автоматизации технологических операций является создание робототехнических установок с автоматизированной системой управления, которые осуществляли бы подачу деталей в рабочую зону, их правильное укладывание на платформе машины относительно ее иглы, перемещение деталей в процессе стачивания, съём с машины и укладывание обработанных деталей. Например, для обработки прорезных карманов мужского пиджака используется робототехническая установка с автоматизированной системой управления.

Создание таких установок с различным технологическим назначением позволит организовать робототехнические участки по обработке отдельных узлов швейных изделий.

Для обеспечения конкурентоспособности отечественных предприятий достаточно не только создание и внедрение высокопроизводительных, надежных, автоматизированных сборочных машинных комплексов, а необходимо готовить новое поколение инженерных кадров, механиков, технологов, управленцев, способных обеспечить разработку и производство новых высокотехнологичных товаров. От улучшения качества продукции повышается экономическая эффективность как отдельного предприятия, так и общественного производства.

Литература:

1. Кокеткин, П. П., Сафронова И. В., Кочегура Т. Н. Пути улучшения качества одежды. Москва. Легпромбытиздат. 1989.
2. Майзель, М. М., Пятов Л. И. Автоматизация производственных процессов легкой промышленности. М. Машиностроение. 1973.
3. Уриадмкопели, Т. Д. Разработка научных основ создания машинных комплексов для автоматизированной сборки швейных изделий. Автореферат. док. техн. наук. Кутаиси. 1999.

Измерение угла поворота диска с помощью энкодера и микроконтроллера Atmega16A

Тихонов Павел Александрович, студент

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

В данной статье будет рассмотрен метод измерения угла поворота диска с помощью энкодера и микроконтроллера Atmega16A. Вначале будут рассмотрены общие сведения об энкодерах, их классификация, далее будет рассмотрена непосредственно сама прошивка для микроконтроллера.

Энкодер/преобразователь угловых перемещений — устройство, предназначенное для преобразования угла поворота вращающегося объекта (вала) в электрические сигналы, позволяющие определить угол его поворота.

Существует несколько видов энкодеров (оптические, резистивные, магнитные, индуктивные, механические), работа каждого вида основана на своём принципе. Для решения данной задачи был выбран оптический энкодер.

Существует два типа оптических энкодеров, а именно: абсолютные и инкрементальные (относительные). Абсолютные энкодеры позволяют в любой момент времени знать текущий угол поворота оси, также после пропадания и восстановления питания. Инкрементальные определяют угол по количеству импульсов.

Простейшим типом инкрементного энкодера является одноканальный энкодер, обычно состоящий из механического прерывателя света, производящего определенное количество прямоугольных или синусоидальных импульсов, при каждом обороте вала. По количеству этих импульсов можно понять, на какой угол повернулся вал.

Одноканальный тахометр не позволяет определить направление вращения, поэтому используется только в качестве тахометра и не может быть использован в качестве датчика положения. Поэтому существуют двухканальные энкодеры, которые преодолели эти проблемы путём добавления второго канала, смещенного относительно первого таким образом, что два выходных канала сдвинуты по фазе на 90°. Это позволяет определить, какой канал опережает другой и, следовательно, установить направление вращения. При этом увеличивается разрешение из-за увеличения количества различных состояний с двух (в одноканальном) до четырёх без изменения конструкции.

Для вывода информации об угле, в нашем расположении было четыре 7ми-сегментных дисплея.

Их принцип работы довольно прост. Существуют обозначения для каждого сегмента дисплея: последовательно буквы «А» — «G» и обозначение «DP» для точки. При подаче напряжения на сам ножку питания дисплея, загораются все его сегменты, поэтому, чтобы погасить неиспользуемые, на контакты, соответствующие своему сегменту, необходимо подать напряжение.

Зная это, можно перейти к программе для микроконтроллера.

«А» канал подключён к ножке Int0 микроконтроллера — контакту, отвечающему за внешние прерывания. Прерывание происходит на падающем фронте.

«В» канал подключён к одной из ножек, настроенной как вход.

Во время прерывания на Int0, проверяется логическое значение сигнала на канале «В». От этого значения зависит направление поворота (т. к. отставание у канала «В» на 90°).

В главном цикле программы происходит выполнение функции показа заданного числа: для каждого дисплея определяется цифра, которая должна быть выведена на него, далее, уже для каждого дисплея, в свою очередь, вызывается ещё одна функция, которая отвечает за само отображение цифры на дисплее.

По Int1 происходит прерывание по изменению сигнала. Оно отвечает за показ на дисплее угла/количества тиков.

Формула для преобразования количества тиков в угол следующая:

$$\alpha = \left\lfloor 360 \cdot \frac{n \% N}{N} \right\rfloor$$

где n — текущее количество тиков, N — количество тиков на оборот

Код программы на C:

```
#include <avr/io.h>
#include <avr/sfr_defs.h>
#include <util/delay.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <stdlib.h>
```



```
int CURR_TICKS = 0;
bool B_LOGICAL_LEVEL = false;

// массив сегментов для каждой цифры
bool number_1[8] = {0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0};
bool number_2[8] = {1, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 0};
bool number_3[8] = {1, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 0};
bool number_4[8] = {0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0};
bool number_5[8] = {1, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 0};
bool number_6[8] = {1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 0};
bool number_7[8] = {1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0};
bool number_8[8] = {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0};
bool number_9[8] = {1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 0};
bool number_0[8] = {1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0};

int pins_of_segments[8] = {1, 0, 5, 6, 7, 2, 3, 4};

// зажигает сегменты, согласно заданному массиву
void makeDisplay(int num, bool symbol[8]) {
    if (num != 1)
        PORTD &= ~_BV(PD7);
    if (num != 2)
        PORTD &= ~_BV(PD6);
    if (num != 3)
        PORTD &= ~_BV(PD5);
    if (num != 4)
        PORTD &= ~_BV(PD4);

    for (int i = 0; i < 8; i++) {
        if (!symbol[i])
            PORTB |= _BV(pins_of_segments[i]);
        else
            PORTB &= ~_BV(pins_of_segments[i]);
    }

    switch (num) {
        case 1:
            PORTD |= _BV(PD7);
            break;
        case 2:
            PORTD |= _BV(PD6);
            break;
        case 3:
            PORTD |= _BV(PD5);
            break;
        case 4:
            PORTD |= _BV(PD4);
            break;
    }
}

// выводит цифру на заданный дисплей
void makeDigit(int i, int digit){
    switch (digit) {
        case 0:
            makeDisplay(i, number_0);
    }
}
```

```
        break;
    case 1:
        makeDisplay(i, number_1);
        break;
    case 2:
        makeDisplay(i, number_2);
        break;
    case 3:
        makeDisplay(i, number_3);
        break;
    case 4:
        makeDisplay(i, number_4);
        break;
    case 5:
        makeDisplay(i, number_5);
        break;
    case 6:
        makeDisplay(i, number_6);
        break;
    case 7:
        makeDisplay(i, number_7);
        break;
    case 8:
        makeDisplay(i, number_8);
        break;
    case 9:
        makeDisplay(i, number_9);
        break;
    }
}

// выводит число на дисплеи
void makeNumber(int number) {

    // разделение числа на разряды
    for (int i = 3; i >= 0; i--) {
        makeDigit(i, number % 10);
        number /= 10;
    }
}

int main(void) {
    MCUCR |= (1 << ISC01); //настраиваем на срабатывание Int0 по падающем фронте
    MCUCR |= (1 << ISC10); // срабатывание Int1 по изменению сигнала
    GICR |= (1 << INT0); // разрешение внешнего прерывания Int0
    GICR |= (1 << INT1); // разрешение внешнего прерывания Int1
    DDRD &= ~_BV(PD2); // включение как вход Int0
    DDRD &= ~_BV(PD3); // включение как вход Int1
    sei(); // общее разрешение прерываний

    while (1) {
        if ((1 << PD0) & PIND) // режим показа количества тиков
            makeNumber(CURR_TICKS);
        else // режим показа угла поворота в градусах
            makeNumber((int)(360 * ((float)(CURR_TICKS % 1000)) / 1000.0));
    }
}
```

```
}

// обработчик внешнего прерывания INTO
ISR(INT0_vect) { //счётчик тактов
    if (!B_LOGICAL_LEVEL) {
        if (CURR_TICKS++ > 9999)
            CURR_TICKS = 0;
    }
    else {
        if (CURR_TICKS-- < 0)
            CURR_TICKS = 9999;
    }
}

// переключение режимов показа угол/количество тактов
ISR(INT1_vect) {
    B_LOGICAL_LEVEL = ((1 << PD3) & PIND);
}
```

В результате, получилась прошивка для микроконтроллера Atmega16A, позволяющая узнать количество тиков на оборот диска энкодера, а также угол поворота в количестве тиков и градусов и вывести эту информацию на семисегментные дисплеи.

Литература:

1. Atmel-8154C-8-bit-AVR-ATmega16A_Datasheet-07/2014 [Электронный ресурс]/Atmel Corporation — Электрон. дан. — Режим доступа: http://www.atmel.com/images/atmel-8154-8-bit-avr-atmega16a_datasheet.pdf, свободный
2. Изучаем AVR. Прерывания [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://makesystem.net/?p=1365>, свободный
3. Горобец, А.В. Энкодеры — Датчики линейных и круговых перемещений [Текст]/А.В. Горобец // Упаковка, 2008—3 с.
4. Оптические энкодеры [Электронный ресурс]/А. Антонов — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://robotosha.ru/robotics/optical-encoders.html>, свободный

Использование СПК207 для управления привода ОВЕН ПЧВ3 по протоколу Modbus RTU

Ульянов Александр Владимирович, старший преподаватель;
Коваленко Марк Витальевич, магистрант
Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Ключевые слова: электропривод, контроллер, Modbus, управление.

В современных системах АСУТП широко применяются системы управления электроприводами на базе ПЛК. Также в большинстве таких систем применяются инструменты визуализации технологического процесса, такие как панели визуализации. Компания ОВЕН смогла объединить ПЛК и панель визуализации в одном устройстве — сенсорный панельный контроллер (СПК). СПК позволяет управлять приводами и различными модулями по протоколам Modbus RTU/ASCII/TCP, Owen через разъемы COM. Применение таких СПК также возможно в различных системах автоматизации. [1–3]

В данной статье рассмотрен пример управления ОВЕН ПЧВ3 с помощью СПК207 по протоколу Modbus RTU.

Для реализации данного проекта, необходимо предварительно сконфигурировать контроллер и привод. В меню ПЧВ следует задать все необходимые параметры для обмена по сети RS-485. [4–6] В меню — конфигураторе контроллера следует переключить используемый в работе COM — порт с RS-232 на RS-485. [7,9]

Далее в среде CoDeSys 3 необходимо добавить COM — порт, Modbus Master и Modbus Slave (рисунок 1) и настроить их согласно необходимым для работы параметрам.

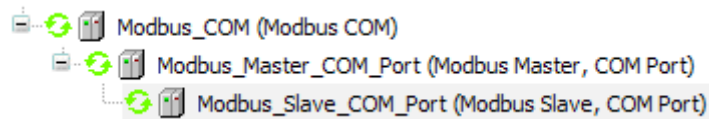


Рис. 1. Настройка COM-порта

После этого следует в Modbus Slave добавить каналы для опроса и управления привода. В проекте были использованы каналы с регистрами: хранения, командного слова, слова состояния, слова задания частоты по RS-485.

Имя	Тип доступа	Триггер	Сдвиг READ	Длина	Обработка ошибки	Сдвиг WRITE	Длина	Комментарий
16_3	Read Holding Registers (Код функции 03)	CYCLIC, t#100ms	16#3F01	1	Установить в ZERO			выходная частота
com_word_erite	Write Multiple Registers (Код функции 16)	CYCLIC, t#100ms				16#C34F	1	Командное слово
16_12	Read Holding Registers (Код функции 03)	CYCLIC, t#100ms	16#3EF7	1	Установить в ZERO			Напряжение фазы АД
16_14	Read Holding Registers (Код функции 03)	CYCLIC, t#100ms	16#3F08	1	Установить в ZERO			Ток АД
Slovosost	Read Holding Registers (Код функции 03)	CYCLIC, t#100ms	16#C417	1	Сохранить последнее значение			
zadane_po_inter	Write Multiple Registers (Код функции 16)	CYCLIC, t#100ms				16#C359	1	задание по интерфейсу

Рис. 2. Каналы Modbus Slave

Затем необходимо соотнести переменные во вкладке *ModbusGenericSerialSlave* *Соотнесение входов/выходов* (рисунок 3). В данной программе переменные были объявлены в приложении PLC_PRG.

Переменная	Соотнесение	Канал	Адрес	Тип	Текущее значение	Подготовленное значение	Единица	Описание
* Application.PLC_PRG.Fr...		16_3	%IWD0	ARRAY [0..0] OF WORD	0			Read Holding Registers
* Application.PLC_PRG.C...		com_word_erite	%QW1	ARRAY [0..0] OF WORD	1084			Write Multiple Registers
* Application.PLC_PRG.V...		16_12	%IWD5	ARRAY [0..0] OF WORD	0			Read Holding Registers
* Application.PLC_PRG.C...		16_14	%IWD2	ARRAY [0..0] OF WORD	0			Read Holding Registers
* Application.PLC_PRG.sl...		Slovosost	%MWB	ARRAY [0..0] OF WORD	\$19			Read Holding Registers
* Application.PLC_PRG.Z...		zadane_po_inter	%QW6	ARRAY [0..0] OF WORD	0			Write Multiple Registers

Рис. 3. Соотнесение переменных

Для того, чтобы с помощью СПК управлять приводом и считывать с него данные, необходимо составить программу в среде CoDeSys v3. [8] В руководстве по проектированию ПЧВ 3 описаны биты командного слова и биты слова состояния (рисунок 4, 5). [4]

Бит	Логическое состояние бита		Функция кнопки 5-1* (аналог)
	0	1	
0	Предустановленное задание, младший бит		16
	0	1	
1	Предустановленное задание, старший бит		17
	0	1	
2	Торможение постоянным током	Нет торможения постоянным током	5
3	Останов выбегом	Нет останова выбегом	2
4	Быстрый останов	Нет быстрого останова	3
5	Фиксация частоты	Нет фиксации частоты	20
6	Останов с замедлением	Пуск	8
7	Нет сброса	Сброс	1
8	Работа по заданию	Фиксированная частота (3-11)*	14
9	Изменение скорости 1 (согласно 3-4*)	Изменение скорости 2 (согласно 3-5*)	34
10	Данные недействительны	Данные действительны	-
11	Реле 1 выключено	Реле 1 включено	(Аналог 5-4*)
12-13	Не используются		
14	Набор1**	Набор 2	23
15	Реверс	Нет реверса	10

Рис. 4. Биты командного слова привода

Бит	Логическое состояние бита		Функции реле 5-4* (аналог)
	0	1	
0	Управление не готово	Готовность к управлению	1
1	Привод не готов	Привод готов	2
2	Останов выбегом	Нет останова выбегом	29
3	Нет авар. сигналов	Аварийный сигнал	10
4-6	Не используются		
7	Нет предупреждения	Предупреждение	4
8	Не на задании (например, разгон)	На задании	8
9	Ручной режим	Автоматический режим	56
10	Вне частотного диапазона	В частотном диапазоне	7
11	Остановлен	Работа	6
12	Не используется		
13	Нет предупреждения о напряжении	Предупреждение о напряжении	24
14	Не на пределе по току	Предел по току	12
15	Нет предупреждения о перегреве	Предупреждение о перегреве	21

Рис. 5. Биты слова состояния привода

Чтобы задавать команды приводу и считывать с него данные следует в программе создать два функциональных блока (рисунки 6, 7), один из которых переводит биты задания в командное слово (Bits_To_Word), а второй слово состояния в биты (Word_To_Bits).

```
PLC_PRG | Bits_To_Word x | Word_To_Bits
1 FUNCTION_BLOCK Bits_To_Word
2 VAR_INPUT
3   bit0,bit1,bit2,bit3,bit4,bit5,bit6,bit7,bit8,bit9,bit10,bit11,bit12,bit13,bit14,bit15:BOOL;
4 END_VAR
5 VAR_OUTPUT
6   w:WORD;
7 END_VAR
8 VAR
9 END_VAR

1 w.0 := bit0;
2 w.1 := bit1;
3 w.2 := bit2;
4 w.3 := bit3;
5 w.4 := bit4;
6 w.5 := bit5;
7 w.6 := bit6;
8 w.7 := bit7;
9 w.8 := bit8;
10 w.9 := bit9;
11 w.10 := bit10;
12 w.11 := bit11;
13 w.12 := bit12;
14 w.13 := bit13;
15 w.14 := bit14;
```

Рис. 6. Функциональный блок Bits_To_Word

```
PLC_PRG | Bits_To_Word | Word_To_Bits x
1 FUNCTION_BLOCK Word_To_Bits
2 VAR_INPUT
3   w:WORD;
4 END_VAR
5 VAR_OUTPUT
6   bit0,bit1,bit2,bit3,bit4,bit5,bit6,bit7,bit8,bit9,bit10,bit11,bit12,bit13,bit14,bit15:BOOL;
7 END_VAR
8 VAR
9 END_VAR

1 bit0 := w.0;
2 bit1 := w.1;
3 bit2 := w.2;
4 bit3 := w.3;
5 bit4 := w.4;
6 bit5 := w.5;
7 bit6 := w.6;
8 bit7 := w.7;
9 bit8 := w.8;
10 bit9 := w.9;
11 bit10 := w.10;
12 bit11 := w.11;
13 bit12 := w.12;
14 bit13 := w.13;
15 bit14 := w.14;
16 bit15 := w.15;
```

Рис. 7. Функциональный блок Word_To_Bits

Затем необходимо объявить переменные для работы с блоками. В целях упрощения задания командного слова переменным DCstop, VYBEGstop, bystr_stop, fix_freq и Control_rs необходимо присвоить значение TRUE. Также следует объявить переменную для задания скорости двигателя по сети RS-485. Переменная задания скорости в программе обозначена как ZADANIE_PROC, но в проекте используется отмасштабированная переменная ZADANIE, которая позволяет регулировать скорость электродвигателя от 0 до 100%. Программа в PLC_PRG приведена на рисунках 8 и 9.

```

1  PROGRAM PLC_PRG
2  VAR
3  M1: Bits_To_Word;
4  (*командное слово*)
5  bit0, bit1:BOOL; (*Предустановленное значение, биты 0-1*)
6  DCstop:BOOL:=TRUE; (*торможение постоянным током: 0-вкл., 1-выкл.*)
7  VYBEGstop:BOOL:=TRUE; (*останов выбегом: 0-да, 1-нет*)
8  bystr_stop:BOOL:=TRUE; (*быстрый останов: 0-да, 1-нет*)
9  fix_freq:BOOL:=TRUE; (*фиксация частоты: 0-вкл., 1-выкл.*)
10 start:BOOL; (*0-пуск, 1-останов с замедлением*)
11 reset:BOOL; (*сброс: 0-нет, 1-есть*)
12 freq_const:BOOL; (*работа с постоянной частотой (3-11): 0-вкл, 1-выкл., активно после фиксации скорости*)
13 freq_var:BOOL; (*изменение скорости: 0-по параметрам 3.4х, 1-по параметрам 3.5х*)
14 Control_rs:BOOL:=TRUE; (*0-данные действительны, 1-данные недействительны*)
15 relay:BOOL; (*0-выкл., 1-вкл.*)
16 nabor:BOOL; (*набор 1*)
17 revers:BOOL; (*0-есть, 1-нет реверса*)
18 (*Слово состояние*)
19 M2: Word_To_Bits;
20 slovosost: WORD;
21 Control_ready:BOOL; (*0-не готов к управлению, 1-готов к управлению*)
22 drive_ready:BOOL; (*0-привод не готов, 1-привод готов*)
23 ostanov:BOOL; (*0-останов, 1-нет останова*)
24 alarm:BOOL; (*0- аварии нет, 1- авария есть*)
25 warning:BOOL; (*0-нет предупреждений, 1-есть предупреждения*)
26 na_zadanii:BOOL; (*0-не на задании, 1-на задании*)
27 manual_auto:BOOL; (*0-ручной, 1-автоматический*)
28 diapazon:BOOL; (*0-вне частотного диапазона, 1-в частотном диапазоне*)
29 work:BOOL; (*0-остановлен, 1-работа*)
30 Uknt:BOOL; (*0-нет предупреждения о перенапряжении, 1-есть предупреждение*)
31 Iknt:BOOL; (*0-не на пределе по току, 1-предел по току*)
32 Tknt:BOOL; (*0-нет предупреждения о перегреве, 1-есть предупреждение*)
33 END_VAR
    
```

Рис. 8. Текст программы в PLC_PRG

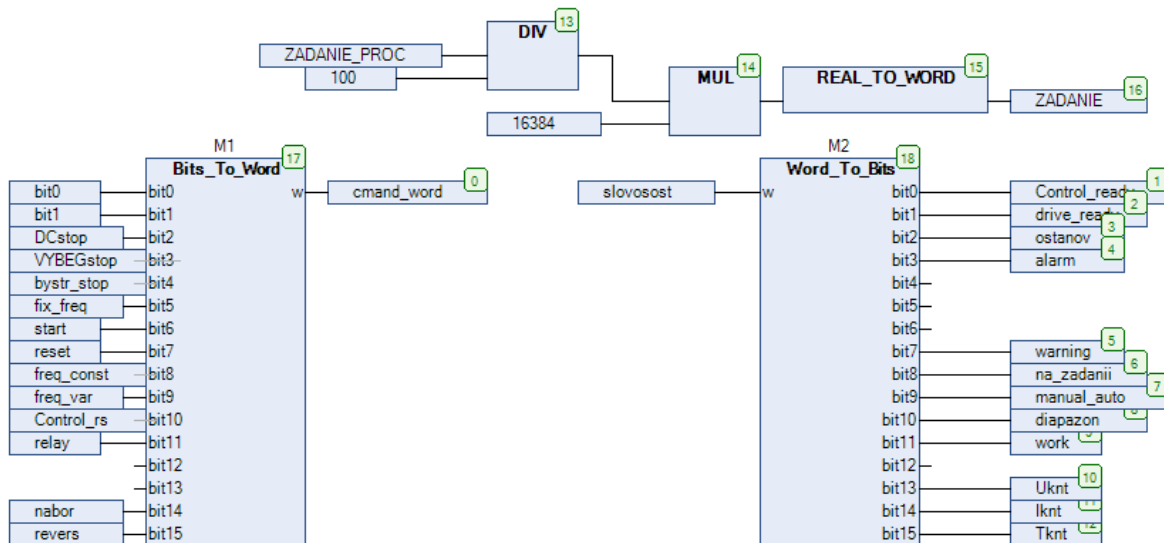


Рис. 9. Программа на языке CFC

В качестве следующего шага следует создать окно визуализации (рисунок 10). [10–12]



Рис. 10. Окно визуализации проекта

Для запуска привода биту 6 (переменная start) присваивается значение «TRUE». Для задания реверса биту 15 (переменная reverse) присваивается значение «TRUE». В данном проекте биты 6 и 15 соотнесены с кнопками «ПУСК/СТОП» и «РЕВЕРС» соответственно.

После того, как программа готова, необходимо подключиться к контроллеру. Если сеть Modbus настроена верно, то следует запустить контроллер. Затем в окне визуализации можно задать необходимую скорость и нажать пуск (рисунок 11).



Рис. 11. Окно визуализации в режиме онлайн

Можно использовать готовую библиотеку ОВЕН ПЧВ с ранней версии CoDeSys 2.3. Скачать библиотеку можно с официального сайта компании ОВЕН, данная библиотека существенно упрощает работу с ПЧВ, единственно, что не всегда получается ее импортировать без ошибок в новую версию CoDeSys 3.

В заключении хотелось бы добавить, что достоинствами управления приводом с помощью СПК являются:

1. Минимальное количество проводов.
2. Обращение происходит напрямую к регистрам, что уменьшает время опроса.
3. Удобство работы с системой, благодаря наличию визуализации на панели контроллера.
4. Наличие в СПК 207 ПЛК позволяет расширять возможности АСУ ТП за счет добавляемых модулей и устройств управления.

Литература:

1. Ульянов, А. В. Совершенствование электромеханических систем газомеханических опор высокоскоростных роторов для повышения эффективности их работы // Молодые ученые — Хабаровскому краю материалы XVII краевого конкурса молодых ученых и аспирантов. — Хабаровск: 2015. — с. 254–257.
2. Ульянов, А. В. Система управления активно управляемой газомеханической опорой // Современные тенденции технических наук Материалы III Международной научной конференции. — Казань: Молодой ученый, 2014. — с. 49–52.
3. Ульянов, А. В., Копытов С. М., Стельмашук С. В. Математическая модель управляемой газомеханической опоры // Электротехнические комплексы и системы управления. — 2014. — № 3. — с. 16–20.
4. Преобразователь частоты векторный ПЧВ3. Руководство по проектированию // ОВЕН. Оборудование для автоматизации. URL: http://www.owen.ru/uploads/grp_pchv3_010.pdf (дата обращения: 19.02.2016).
5. Преобразователь частоты векторный ПЧВ3. Руководство по эксплуатации // ОВЕН. Оборудование для автоматизации. URL: http://www.owen.ru/uploads/re_pchv3_1951.pdf (дата обращения: 19.02.2016).
6. Преобразователь частоты векторный ПЧВ3. Руководство пользователя КУВФ. 412212.006 РП Версия 14 // ОВЕН. Оборудование для автоматизации. URL: http://www.owen.ru/uploads/grp_pchv3_14.pdf (дата обращения: 19.02.2016).
7. СПК2хх Панель оператора программируемая с сенсорным экраном Руководство по эксплуатации // ОВЕН. Оборудование для автоматизации. URL: http://www.owen.ru/uploads/re_spc2xx_1892.pdf (дата обращения: 19.02.2016).
8. Руководство пользователя: CoDeSys V3, установка и первый запуск Редакция 3.0 // ОВЕН. Оборудование для автоматизации. URL: http://ftp.owen.ru/index.html/CoDeSys3/11_Documentation/00_CODESYS/CoDeSys3run_v3.0.pdf (дата обращения: 19.02.2016).
9. СПК Система версий ПО. Конвертация проектов // ОВЕН. Оборудование для автоматизации. URL: http://ftp.owen.ru/index.html/CoDeSys3/11_Documentation/01_SPK/SPK_System_Version_v1.1.pdf (дата обращения: 19.02.2016).
10. СПК Первый старт Руководство для начинающих пользователей // ОВЕН. Оборудование для автоматизации. URL: http://ftp.owen.ru/index.html/CoDeSys3/11_Documentation/01_SPK/SPK_First_start_v.0.8.pdf (дата обращения: 19.02.2016).
11. СПК Визуализация Руководство для начинающих и продвинутых пользователей // ОВЕН. Оборудование для автоматизации. URL: http://ftp.owen.ru/index.html/CoDeSys3/11_Documentation/01_SPK/SPK_Visu_v.1.0.pdf (дата обращения: 19.02.2016).
12. СПК FAQ // ОВЕН. Оборудование для автоматизации. URL: http://ftp.owen.ru/index.html/CoDeSys3/11_Documentation/01_SPK/SPK_FAQ_v.1.1.pdf (дата обращения: 19.02.2016).

Основные параметры гидроаккумулирующей электрической станции малой мощности

Уришев Боборахим Уришевич, кандидат технических наук, доцент;
Бейтуллаева Румия Хамидуллаевна, старший преподаватель;
Умиров Асрор Пардаевич, ассистент
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

В статье приведена методика определения основных параметров гидроаккумулирующей электрической станции малой мощности, действующей на основе использования солнечных и ветроэнергетических установок для аккумуляции гидравлической энергии.

The article describes the method of determining the basic parameters of hydroelectric power station of low power, acting through the use of solar and wind power plants for storage of hydraulic energy

Для автономных микроэнергетических установок, аккумуляция энергии является необходимым мероприятием, которое повышает эффективность и бесперебойность энергоснабжения. В ныне существующих микроэнергетических установках аккумуляция энергии осуществляется в основном электрохимическими аккумуляторами, что значительно повышает себестоимость производимой энергии, особенно при увеличении

мощности установок. Анализ и сравнение имеющихся способов аккумуляции энергии показал, что среди них гидроаккумуляция является наиболее эффективным и приемлемым [1,2].

В качестве основных параметров гидроаккумулирующей электрической станции (ГАЭС) малой мощности, комбинированно действующих на базе возобновляемых источников (рис. 1) можно выделить следующих показателей:

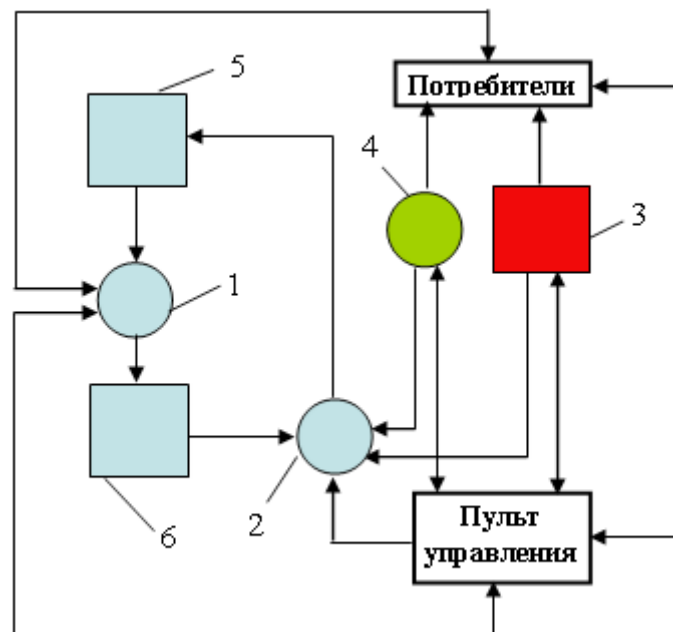


Рис. 1. Схема ГАЭС малой мощности: 1 — гидротурбинная установка; 2 — насосная установка; 3 — солнечная энергетическая установка; 4 — ветроэнергетическая установка; 5 — верхний резервуар; 6 — нижний резервуар

1. Максимальный объем верхнего и нижнего резервуаров, V_{max}
2. Мощность насосной установки, N_H
3. Мощность гидротурбинной установки (ГТУ), $N_{ГТУ}$
4. Мощность ветроэнергетической установки (ВЭУ), N_B
5. Мощность солнечной энергоустановки (СЭУ), N_C
6. Напор гидроэнергетического блока, H

При выборе основных параметров ГАЭС величина показателей гидроэнергетического блока (гидротурбинная и насосная установки) имеет важное значение. Это связано с тем, что вследствие необходимости гидравлического аккумулирования энергии основным составляющим компонентом ГАЭС является гидроэнергетический блок, а солнечные, ветровые установки или другие источники чаще всего работают для привода насосной установки и поэтому они являются вспомогательными компонентами. Поэтому их основные параметры должны иметь такие величины, которые обеспечивали бы необходимые мощности насосной установки. Таким образом, определение оптимальных значений мощности насосной

установки послужит основой для уточнения основных параметров питающей её установки (солнечной или ветровой).

При определении основных параметров ГАЭС надо учитывать тот фактор, что их величины напрямую зависят от характера графика энергопотребления.

Например, для типичных энергопотребителей, занимающихся индивидуальным производством график энергопотребления имеет вид, представленный на рис. 2.

Данный график имеет детерминированный характер, так как нагрузки индивидуальных производителей в почасовом разрезе можно определить весьма точно, и изменение их значений имеет ступенчатообразную форму.

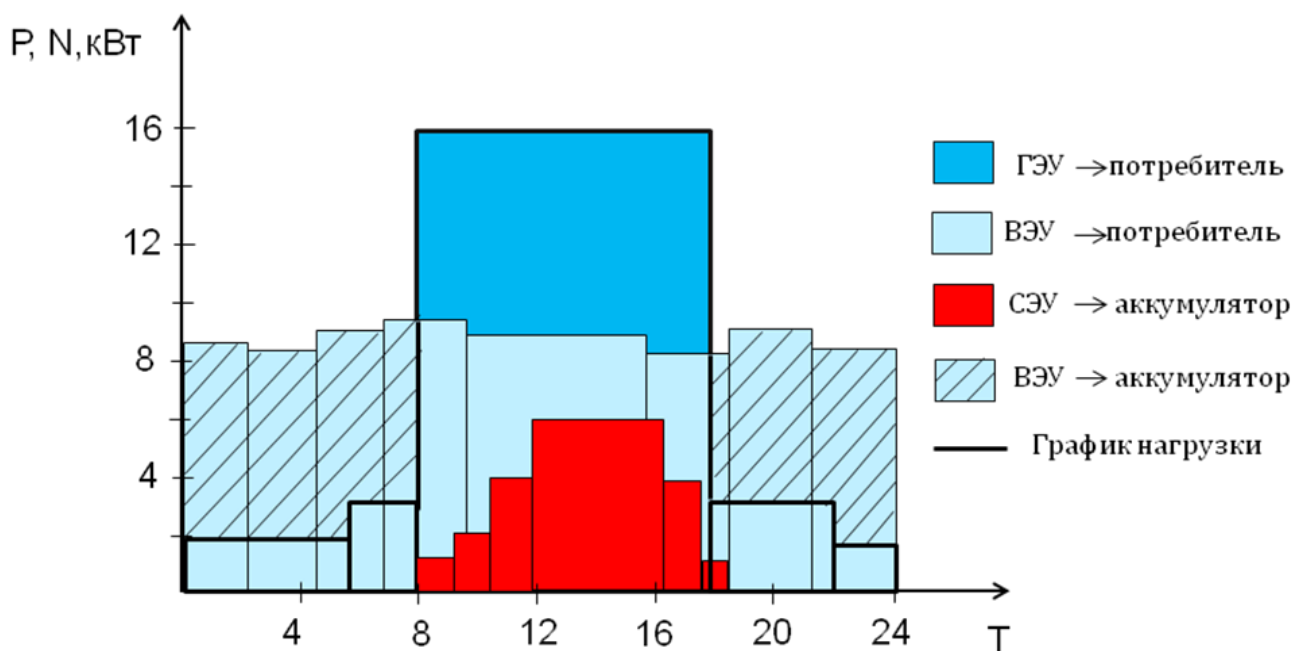


Рис. 2. График режима работы микроэнергетических установок с гидроаккумулятированием энергии

По графику видно, что в период минимальных нагрузок (0 — 8, 18 — 24 часов) основная часть мощности ВЭУ послужит для питания насосной установки, которая подает воду в верхний бассейн, а другая часть идет на покрытие нагрузки. В период производственного цикла (8 — 18) для покрытия нагрузки используются ВЭУ, а также ГЭУ, работающей на основе подачи воды из верхнего бассейна. При этом мощность СЭУ полностью используется для подачи воды из нижнего в верхний бассейн.

Требование гарантированной подачи электроэнергии обуславливает даже при кратковременных простоях ВЭУ и СЭУ (это вполне возможно при неблагоприятных погодных условиях) обеспечить выработку электроэнергии за счет использования аккумулированной энергии. При этом должно выполняться следующее условие

$$V_{Hy} = V_{max} \quad (1)$$

где V_{Hy} — объем воды, перекаченный насосной установкой в верхний резервуар.

V_{max} — максимальный объем верхнего резервуара.

Определение **максимального объема верхнего резервуара**, который гарантированно обеспечивает покрытие графика нагрузки, определяется следующей зависимостью

$$V_{max} = \frac{367,0}{\eta_m} \sum_{i=1}^n \frac{P_i \cdot t_i}{H_{mi}} \text{ м}^3 \quad (2)$$

где, η_m — КПД установки в турбинном режиме.

t_i — продолжительность периода P_i

P_i — величина нагрузки в момент t_i .

H_{mi} — напор гидротурбинной установки в момент t_i

Этого объема достаточно для удовлетворения нужд потребителя в электроэнергии в течение суток. По мере срабатывания верхнего резервуара его объем уменьшается, и это требует принятия мер по перекачки из нижнего резервуара сработавшего объема воды обратно в верхний резервуар. Эту функцию выполняет насосная установка, питаемая от ВЭУ или СЭУ. Объем воды, который перека-

чивается в верхний резервуар, определяется следующим образом

$$V_n = 367 \cdot \eta_n \sum_{i=1}^n \frac{N_{Hi} \cdot t_i}{H_{Hi}} \quad (3)$$

где, η_n — КПД установки в насосном режиме.
 H_{Hi} — напор насосной установки в момент t_i

Расчеты по определению объема воды, который необходимо запастись или сбрасывать, а также мощности насосной и гидротурбинной установки производим в после-

довательности, приведенной в таблице 1.

При почасовом сравнении параметры, приведенные в таблице можно определить таким образом

$$\Delta V_1 = V_{\max} - V_1 \quad (4)$$

V_1 соответствует объёму воды в верхнем резервуаре, который образовался после первого часа работы турбинного агрегата.

V_{\max} — максимально возможный объем верхнего резервуара.

Таблица 1. Определение объема воды в верхнем резервуаре и мощности гидроэнергетического блока

Время суток	Величина нагрузки P, кВт	Объём верхнего резервуара, V, м³	Сработанный объём воды, V _т , м³	Поданный в верхний бассейн объём воды, V _в , м³	Мощность гидротурбинной установки, N _{ГТУ} , кВт	Мощность насосной установки, N _Н , кВт
0 — 1	P ₁	V ₁		ΔV _{Н1}		N _{Н1}
1 — 2	P ₂	V ₂		ΔV _{Н2}		N _{Н2}
2 — 3	P ₃	V ₃		ΔV _{Н3}		N _{Н3}
.....
8 — 9	P ₉	V ₉	ΔV _{Т1}		N _{1ГТУ}	N _{Н9}
9 — 10	P ₁₀	V ₁₀	ΔV _{Т2}		N _{2ГТУ}	N _{Н10}
.....
17 — 18	P ₁₈	V ₁₈	ΔV _{Т9}		N _{9ГТУ}	N _{Н18}
.....
23 — 24	P ₂₄	V ₂₄		ΔV _{Н24}		N _{Н24}

Последующие объёмы определяются по следующей формуле

$$V_{i+1} = V_i - \Delta V_i + \Delta V_H \quad (5)$$

где, ΔV_{Hi} — объём воды, перекаченный в верхний резервуар.

Мощность насосной установки для перекачки объёмов воды ΔV_{Hi} в течение времени t_i определяется по следующей зависимости

$$N_{Hi} = \frac{\Delta V_{Hi} \cdot H_{Hi}}{367,0 \cdot t_i \cdot \eta_n}; \quad (6)$$

Мощность гидротурбинной установки при подачи воды из верхнего резервуара определяется как,

$$N_{ГТУi} = \frac{\Delta V_i \cdot H_{mi} \cdot \eta_m}{367,0 \cdot t_i}; \text{ кВт} \quad (7)$$

Литература:

1. Елистратов, В. В. Использование возобновляемых источников энергии: проблемы и решения // Сб. науч. тр. «Научная школа академика Ю. С. Васильева в области энергетики и охраны окружающей среды» — С. Петербург.: СПбГТУ. 2004. — 63 — 71 с.
2. Уришев, Б. У., Мамадиёров Э. К. Гибридные энергетические установки на базе возобновляемых источников с гидравлическим аккумулярованием энергии. — Ташкент.: Фан, 2007. — 136 с.

Как было отмечено выше, мощность ветроэнергетической установки N_B и мощность солнечной энергоустановки N_C определяются исходя из максимальной мощности насосной установки, т. е. можно принимать $N_C = N_{Hmax}$, $N_B = N_{Hmax}$

Напор гидроэнергетического блока можно определить следующими зависимостями

$H_{Hi} = H_{Гi} + \Delta H_{Hi}$ — в насосном режиме;

$H_{mi} = H_{Гi} + \Delta H_{mi}$ — в турбинном режиме

где ΔH — величина потери напора в трубопроводной системе.

Таким образом, данная методика послужит основой для определения эффективности гидроаккумулирующей электрической станции малой мощности и может быть использована при разработке системы управления работой установок на базе возобновляемых источников в условиях гидравлического аккумулярования энергии.

Адсорбционная очистка нефтяных масел

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук, доцент;

Очилов Улмас, магистр;

Хожиева Рухсора Бахтиёровна, преподаватель;

Нуриллаева Зарина Валиевна, преподаватель

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

За годы независимости Узбекистана, в нефтеперерабатывающей промышленности страны, произошли большие изменения. Различные исследования в отрасли переработки нефти создают благоприятные условия для новых перспектив в этой области. В данный период развития нефтеперерабатывающей промышленности, особое место занимает увеличение сфер применения местного сырья, а также продуктов, полученных на его основе. К числу таких продуктов можно отнести различные виды технических сорбентов, широко применяемых при очистке различных типов масел.

Одним из видов нефтяных масел, используемых в промышленности, является трансформаторное масло, в котором процессе длительной эксплуатации трансформатора ухудшаются физико-химические свойства. В нем накапливаются различные нерастворимые и растворимые продукты окисления органических веществ: мыло, вода, механические примеси и др., вызывающие необходимость периодической очистки масла в процессе эксплуатации или же его замены и последующей регенерации, в настоящее время регенерируется и повторно используется около 10% от всего используемого в энергетических сетях трансформаторного масла. Работы, проведенные по регенерации отработанного трансформаторного масла с кислотным числом и водной вытяжкой 0,32 и 0,063 МГ-КОН на грамм при расходе глин в 4%, показали, что природные алюмосиликаты по своей регенерирующей способности уступают импортным глинам и промышленным адсорбентам [1–2].

Изученные глины по регенерирующей способности в естественном виде располагаются в следующем убывающем порядке: огланлинская > асканская > керменинская > келеская > ангренская > таганская > дарбазинская, а проценты обеспечения соответственно равны: 69,6; 63,1; 62,5; 60,0; 60,0; 54,7; 54,7.

Химическая активация глин различными способами способствовала увеличению их регенерирующих способностей, при этом резко растет процент обесцвечивания масла. При регенерации с помощью кислотно-активированных глин наблюдается резкое снижение кислотного числа масла и содержания в нем водорастворимых кислот.

Установлено, что для снижения кислотного числа трансформаторного масла до требуемой кондиции (0,07 МГ-КОН/г), достаточно в регенерируемое масло вводить 7,5–8,0% кислотно-активированного или 13,0% высушенного при 350° (полное удаление адсорбционно-связанной воды) азкамарского белого бентонита или же

9,0–9,5% кислотно-активированного или 10,0–10,5% высушенного при 355° азкамарского серого бентонита. При этом количество регенерированного масла становится сравнительным с количеством масла, регенерированного крупнопористым силикагелем — КСК, и таким образом является вполне пригодным для дальнейшей эксплуатации. [3].

Регенерирующие свойства высушенных образцов глин больше, чем у естественных. Причем, регенерирующая способность белого бентонита в 1,5 раза больше по сравнению с регенерирующей способностью серого бентонита.

Сопоставлением величин пористости алюмосиликатов и их регенерирующей способности установлено, что образец с большой пористой структурой является одновременно и хорошим регенерирующим агентом. Этим объясняется повышение регенерирующей способности естественных глин и ростом концентрации кислоты, с помощью которой активируется глина. То же самое наблюдается и при сопоставлении величин удельной поверхности алюмосиликатов и процента регенерации масла с применением этого же регенерирующего агента [4].

Если регенерацию отработанного трансформаторного масла глинами рассматривать как адсорбционные процессы, протекающие по донор-акцепторному механизму с образованием поверхности-химических соединений, то следует полагать, что регенерирующая способность увеличивается с повышением в нем дозы щелочей. С этой целью представляют интерес образцы, полученные из глины путем обработки ее сначала растворами минеральных кислот, а затем нейтрализацией реакционной массы основанием с последующей промывкой избытка ионов активаторов и осушкой. И действительно, данные, полученные для образцов сорбентов Керменинского и Таганского месторождений, активированных по кислотнo-щелочному способ, подтверждают вышеуказанное предположение: их обесцвечивающие способности равны или выше по сравнению с регенерирующей способностью окиси алюминия и силикагеля, а водные вытяжки регенерированных масел при этом почти нейтральны.

Регенерирующая способность сорбентов, полученных щелочно-кислотным способом активации, выше, чем у естественных глин, но меньше (за исключением дарбазинской) чем по сравнению с сорбентами, приготовленными по кислотнo-щелочному и кислотному методам активации.

Силикагель, который в настоящее время наиболее широко применяется в энергетике страны для регенерации

трансформаторного масла, имеет регенерирующую способность на 25,1 м 19,5% ниже, чем образцы, приготовленные кислотнo-щелочным способом активации из тегенской и дарбазинской глин соответственно [5].

На основании вышеизложенных материалов можно допустить возможность удлинения срока службы трансформаторного масла с применением приготовленных нами регенерирующих агентов. С этой целью в адсорбер трансформатора Бухарской ПЭС загрузили 1,58% (от веса масла) гранулированный под давлением 50 кг/см² щелоч-

но-кислотно активированный адсорбент, приготовленный из дарбазинской опоки с добавкой из 8% исходного сырья. Испытания проводили в динамических условиях [6].

Результаты испытания говорят об улучшении качеств испытуемого трансформаторного масла.

Таким образом, на основании результатов, полученных из лабораторных и производственных исследований, можно считать целесообразным использование активированных глин взамен дорогостоящих технических сорбентов.

Литература:

1. Арипов, Э. А., Курбанбаева Т., Гафуров Р. Ю. Г «Адсорбенты для темных нефтеных кислот (асидола и кубовых остатков). Известия ВУЗ СССР «НЕФТЬ и ГАЗ», 10,51 (1972).
2. Д. И. Ожерельев, В. С. Масляев, Е. А. Усикова. Сб. «Природные минеральные сорбенты». Киев, Изд — во АН УССР, 1960. стр. 238
3. Фозилов, С. Ф., Гафуров Р., Бегинчев Ш. Нефт махсулотларини тозалашда махалий сорбентлардан фойдаланиш. «Фан ва ишлаб чиқариш интеграциясини жадаллаштириш муаммолари» Республика илмий-амалий анжуман материаллари. Бухоро 200778 бет.
4. Фозилов, С. Ф., Мавлонов Ш. Б., Хамидов Б. Н., Латипов Х., Набиев А. Н. Очистка и увеличения вязкость отработанных моторных масел на основе местных промышленных полимерных отходов. Республиканская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы химии высокомолекулярных соединений». Тезисы докладов. Бухара, 2010. с. 58–59.
5. Фозилов, С. Ф., Жумаев З. И., Диниева Д. Н., Савриев Ш. Ш. Фаоллаштирилган бентонит асосидаги сорбентлардан фойдаланиб иккиламчи нефт махсулотларини тозалаш. Конференция актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в республике Каракал-пакстан. Сборник материалов. Нукус, 2011. с. 158–159.
6. Фозилов, С. Ф., Мавлонов Б. А Курбанбоева Т. Қ Шарипов Ж. О. Определение динамичной активности активированных природных бентонитов при очистке нефтепродуктов. «Ишлаб чиқаришда ва таълимда инновацион ғоялар» Республика илмий-амалий анжумани мақолалар тўплами Бухоро-2014. 148–149 б.

The usage of dry extracts of fruit and berries, enriched in flavonoids as preservatives in the beverage for the special purpose to reduce the risks of cardiovascular disease

Хасанов Артур Раильевич, студент;

Юрьева Людмила Васильевна, старший преподаватель;

Матвеева Наталья Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

Flavonoids are a large class of plant polyphenols — antioxidants. The richest sources are berries, because of their content of coloring agents as well as their leaves that contain natural preservatives. Flavonoids have recently been used as micro-components in functional and specialized food. However, the use of flavonoids as preservatives in beverage for the special purpose is not known, but it is very relevant. This contrast of flavonoid properties seems to bring economic benefit. The need to use preservatives (E number) is eliminated. This fact has a significant impact on consumer demand. The source of bioflavonoids is the dry extracts of fruit and berries. During the research it was necessary to find the optimal strength of the extract which provided the required amount of flavonoids and at the same time guaranteed micro-biological stability.

Keywords: strength of flavonoids, microbiological stability, analysis, molds, antioxidant effect, pasteurization, storage period.

Flavonoids are a large class of plant polyphenols — antioxidants. The richest sources are berries, because of their content of coloring agents as well as their leaves that contain natural preservatives and vitamins with P activity. Flavonoids have recently been used as micro-components in functional and specialized food. Flavonoids regulate blood viscosity and promote normal blood clotting. Flavonoids are used to build a biological basic substance in cells, namely ubiquinone (co-enzyme Q).

Materials and methods: Dry extracts of grapes and currants were selected as research material. Permanganometric titration and modern autotitrator were used to determine the physical and chemical properties. Proper culturing according to the GOSF (State Standart) was made to define the microbiological contamination of the beverage.

Results: Flavonoids seem to be used as micro-components in functional and specialized food. However, properties of flavonoids as preservatives in beverage for the special purpose are not known, but they are very relevant. This contrast of flavonoid properties seems to bring economic benefit. The need to use preservatives (E number) is eliminated. This fact has a significant impact on consumer demand. The source of bioflavonoids is the dry extracts of fruit and berries. It is obvious that flavonoids perform a dual function both physiological and technological.

Conclusion: It is the functional drink for preventive or general purposes that is based on grape and currant juice with a high content of flavonoids, which will be enriched in the form of extract mixture. It is biologically active as well as it is a safe alternative to the preservative (E number).

Currently, the gradual increase in demand for beverages for the special purpose results from the desire of Russians to lead a healthy life. Depending on the beverage composition manufacturers of such beverages aim to produce beverages

affecting on different human body systems. The component composition of such beverages is quite diverse.

It should be noted that the use of juice for the above beverages does not make any economical sense since all the active substances of particular value are not always constant and stable because of the certain environmental factors such as climate, harvesting, soil, seasonal weather. Therefore, the content of those substances do not always correspond to the declared quantity. Using dry extracts ensures a fixed amount of flavonoids and thereby provides microbiological stability. It is proved that the grape tannins inhibit the growth of yeast of *Candida* genus. According to the conducted research of 1% solution of the dry blackcurrant extract it was found that it had a constant bactericidal activity against *Pseudomonas aeruginosa* and with the higher strength it has weak bactericidal activity against *Staphylococcus aureus*.

Recent research of dry extract preservative action was carried out to the beverage for the special purpose on the basis of juices and teas. Beverage components themselves have a strong antioxidant effect and beneficial effect on the internal systems of the body, in particular on the cardiovascular system, namely strengthening the walls of blood vessels and preventing platelet aggregation on the walls.

Having been analyzed the range of fruit and berry extracts the black currant leaf extract, black grape peel extract and black grape stem and seed extract were selected because those extracts like the other ones have the highest content of flavonoids and anthocyanins and, therefore, they have the most powerful antioxidant effect.

Two mixtures were evaluated to prove the preservative effect of flavonoids. They consisted of the above three selected extracts with the total content of flavonoids of 57mg and 285 mg. Furthermore, those amounts of flavonoids constitute 60% of the lowest limit (100 mg/day) of the daily requirement and 60% of the top one (500 mg/day).

Table 1. The microbiological analysis results of the beverage with the different extract content

Product name Beverage	The number of colonies forming units in 1 gram	
	MAFAnMQ	Molds
	Exposure for X hours at Y temperature	
	72 hours, t 30–31C°	120 hours, t 24–25C°
Beverage without extracts	15	18
The flavonoid strength of 11.5 mg/100 ml	10	12
The flavonoids strength of 57 mg/100 ml	4	6

MAFAnMQ — Mesophilic Aerobic and Facultative Anaerobic Microorganisms Quantity

Since the heat treatment is essential in any beverage production technology the preservative effect of flavonoids was researched before and after the pasteurization.

Microbiological analysis of non-pasteurized beverage.

Two samples of beverage with different extract mixtures were made. They have been described above. Those samples were inspected for the content of microorganisms. The results are shown in the chart 1.

According to the results it can be concluded that the higher the strength of the extracts, the less the beverage is deteriorated and thus, the extracts inhibit the growth of microorganisms in beverage. Since the flavonoid strength for the extract content of 0,57 mg/ml is higher, therefore, that one was selected for research.

The extracts do not completely inhibit the growth of microorganisms, but their content is in accordance with the Sanitary Regulations 2.3.2.1078–01 for fruit juices pasteurized and carbonated with ph of 3.7 and less than that factor, but the mold content of 5 units does not meet the requirements of the above Regulations. That is why the proper temperature range having minimal impact on native flavonoids of juice in beverage was selected. The optimal temperature of pasteurization is $t = 80–85S^{\circ}C$ for 2.5–5 minutes. The extracts were inserted into the beverage after the heat treatment and then microbiological analysis was conducted again. The results are shown in the chart 2.

As a result it can be concluded that the use of extracts and pasteurization completely destroys MAFANMQ and partially destroys molds. It allows to use extracts as preservatives together with pasteurization, which enhances microbi-

ological stability. The content of microorganisms is normal in accordance with the Sanitary Regulations 2.3.2.1078–01 for fruit juices pasteurized and carbonated with ph of 3.7 and less than that factor.

Since the flavonoid content of the beverage may fall during the storage period it was decided to conduct further research to confirm the findings of the earlier research. The beverage was placed in the store. The dependence of the flavonoid content of pasteurized extract beverage on storage time is shown in the chart 3 and the graph 1.

On the assumption of the obtained experimental data it seem to be concluded that the flavonoid content of non-pasteurized extract beverage falls during the three month storage period. According to the evaluation the flavonoid content fell by 11 % after the three month storage period.

Conclusion:

— The above three extract beverage was researched and evaluated. The extracts were inserted into the beverage after the pasteurization and they were evaluated according to the lowest and highest limits of the daily requirement of 100 mg/day and 500 mg/day.

— The optimal flavonoid content of 0,57 mg/ml was selected. It provided the maximum microbiological stability of the finished beverage.

— Most natural extracts contain flavonoids which have a strong biological effect. Moreover, they have strong antioxidative and bactericidal properties.

— Food additives (E number) which are usually inserted into beverage seem to be partially or totally replaced by the researched extracts.

Table 2. The microbiological analysis results of the beverage with the different extract content

Product name Beverage	The number of colonies forming units in 1 gram	
	MAFAnMQ	Molds
	Exposure for X hours at Y temperature	
	72 hours t=30–31C°	120 hours t=24–25C°
Pasteurized beverage without extracts	5	6
Pasteurized beverage — the strength of flavonoids 0,0115 g/0,1 dm3	3	4
Pasteurized beverage — the strength of flavonoids 0,057 g/0,1 dm3	0	1

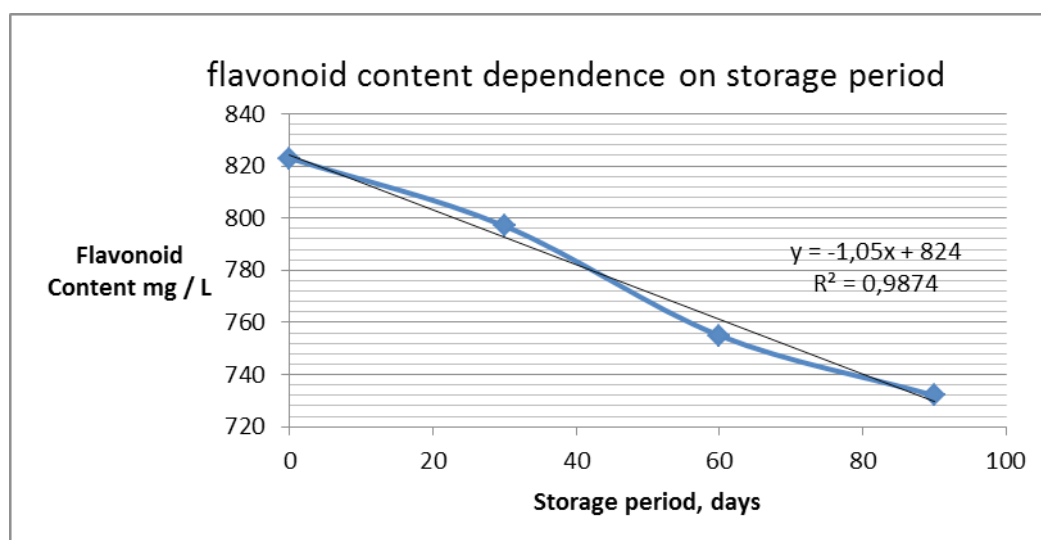


Chart 1. The dependence of the flavonoid content of pasteurized extract beverage on storage time: the regression equation takes the form of a polynomial function: $y = 0,0002x^3 - 0,0283x^2 - 0,2111x + 823$; $R^2 = 1$ (selection accuracy of the regression equation)

References:

1. http://www.terra-aromatica.ru/contact_us.php (dry extracts)
2. <http://aromarti.ru/> (dry extracts)
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/flavonoids> (classification of flavonoids)
4. <http://www.tryphonov.ru/tryphonov2/terms2/vitnP.htm>
5. VA Marcos, NM Ageev, RV Gabl, 2007. «Phenolic compounds in berries under different conditions of growing grapes» USA, California — № 4. — P 24–25. Journal Winemaking and Viticulture.
6. V. N Golubeva, 2003. «Food and dietary supplements». ISBN 5–7695–1175–3. P-208. The publishing center «Academy»
7. Khasanov A. R, Iureva L. V 2015 «The usage of natural flavonoids in functional drinks». Russia, Kazan. № 3 (83) P — 298–300. Journal of a young scientist in ISSN 2072–0297.
8. Sharma, R. 2005 «Market trends and opportunities for functional dairy beverages». Australia. № 2. — P. 196–199. The Australian journal of dairy technology,
9. LA Dogaeva, NT Pekhtereva 2011. Classification and identification features of functional soft drinks, Russia, Moscow N 5. — P. 62–65. — ISSN 2072–9650. Journal Beer and beverage.
10. SanPiN 2.3.2.1078–01 Hygienic requirements of safety and nutritional value of food products 1078–01 Hygienic requirements of safety and nutritional value of food products

Исследование рабочих процессов судовых дизелей при различных способах смесеобразования

Хоанг Куанг Лыонг, аспирант
Астраханский государственный технический университет

Задача повышения эффективности эксплуатации судовой дизельной энергетической установки (СДЭУ) с каждым годом приобретает все большую актуальность. В первую очередь это обусловлено ограничениями норм выбросов в атмосферу окислов серы и азота с обрабо-

тавшими газами. Приложение VI Конвенции МАРПОЛ 73/78, в котором указаны нормы выбросов NO и SO имеет силу закона с 19 мая 2005 года. Такими мероприятиями являются: повышение эффективности рабочего цикла и улучшение качества сгорания топлива. Пока-

затели дизеля во многом зависят от процесса сгорания и тепловыделения. Одним из эффективных способов решения проблем организации — это обеспечивающие высокое качество смесеобразования. Совершенствование выпускаемых и создание новых образцов дизелей с прогрессивными технико-экономическими характеристиками связаны с проблемой организации качественного процесса сгорания, который в значительной степени определяет мощность, надежность и экономичность этих двигателей.

Вопросу разработки математических моделей описания процессов смесеобразования и сгорания посвящены работы И.И. Вибге, М.Ф. Разлейцева, Н.Х. Дяченко, Г. Вошни, А.Н. Воинова, А.И. Толстова, А.И. Филипковский и многих других ученых. Модели, предложены, позволяют с той или иной точностью проводить расчетные исследования для несколько типов двигателей, но ни одна из них не создавалась для исследования рабочего процесса двигателя, работающего при нетрадиционных способах организации или на альтернативном топливе. Как показал анализ, применение различных способов смесеобразования приводит к изменению показателей работы двигателя, поэтому исследование сме-

сеобразования и сгорания этих процессов является актуальной задачей.

Результаты экспериментальных исследований при различных способах смесеобразования

По работе [1] автора А.П. Исаева: двигатели с вихрекамерным и объемно-пленочным смесеобразованием (КС в поршне тороидально-конического типа). Это обусловлено тем, что завод «Дагдизель» производит двигатели Ч9,5/11 с двумя типами КС. По окончании цикла исследований двигателя с вихрекамерным смесеобразованием для обеспечения другого вида внутреннего смесеобразования (КС в поршне) производится замена поршневой группы и головки цилиндров, а также форсунок. При этом сравнение всех четырех видов организации рабочего процесса (а именно: вихрекамерный дизель, дизель с КС в поршне, двигатель с комбинированным смесеобразованием с вихревой КС, двигатель с комбинированным смесеобразованием с КС в поршне) производится на одном двигателе, т.е. рабочие цилиндры и системы двигателя остаются неизменными в каждом цикле исследований. Это позволяет получить высокую точность сравнения.

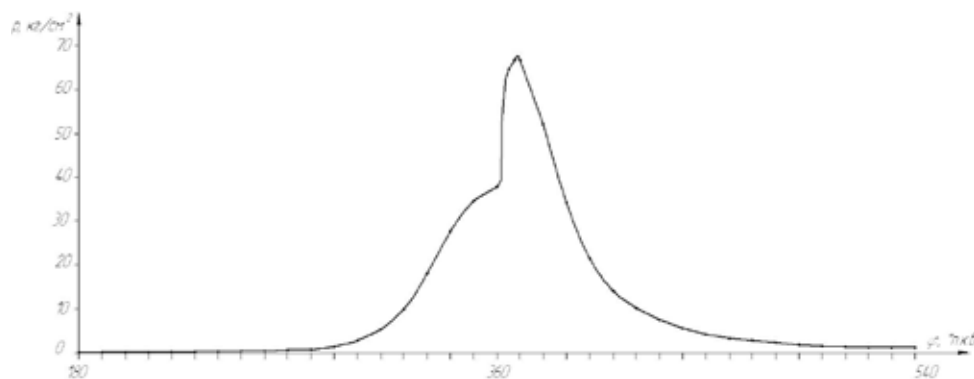


Рис. 1. Развернутая индикаторная диаграмма вихрекамерного дизеля

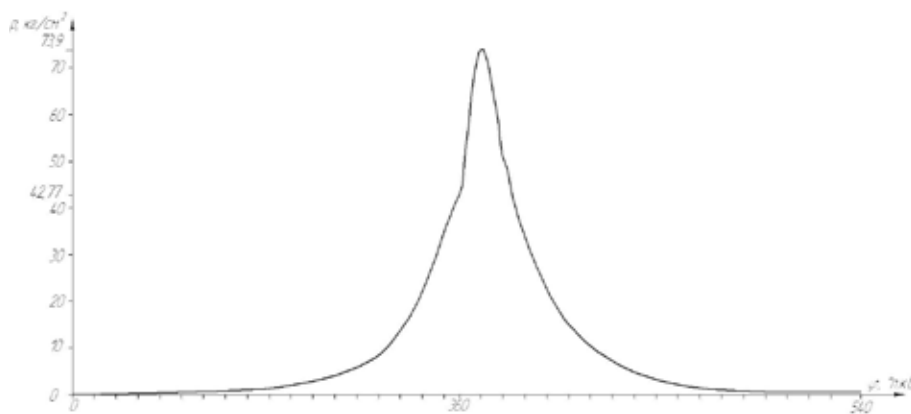


Рис. 2. Развернутая индикаторная диаграмма дизеля с КС в поршне

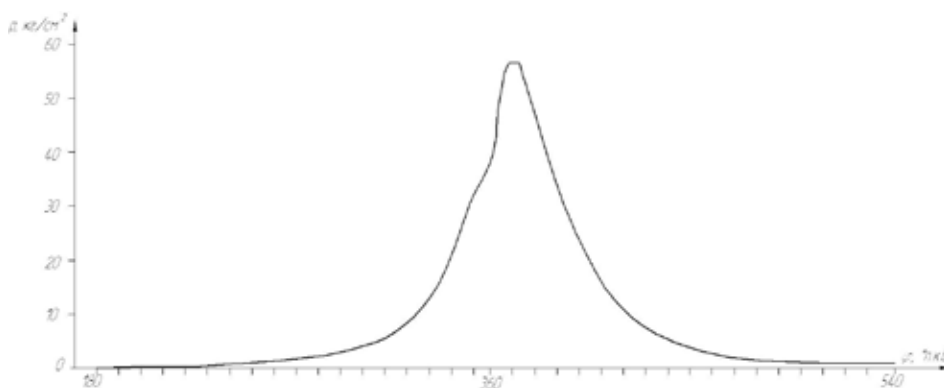


Рис. 3. Развернутая индикаторная диаграмма двигателя с комбинированным смесеобразованием при вихревой КС

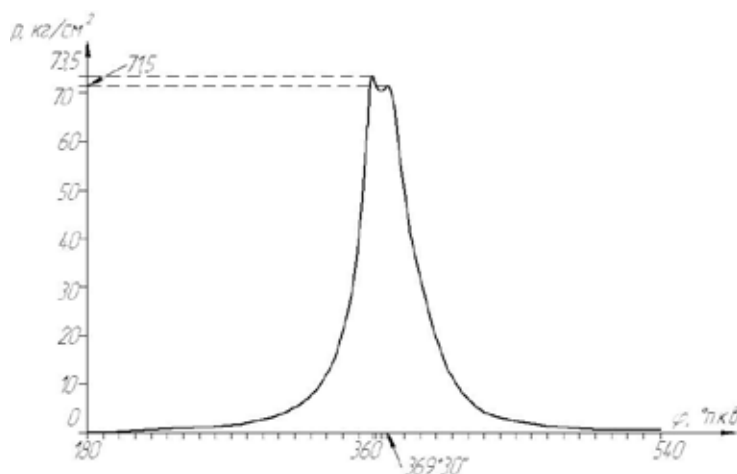


Рис. 4. Развернутая индикаторная диаграмма двигателя с комбинированным смесеобразованием при КС в поршне

Таблица 1

Параметр	Вихревая КС		Δ, %	КС в поршне		Δ, %
	Дизель	Двигатель с комбинированным смесеобразованием		Дизель	Двигатель с комбинированным смесеобразованием	
Эффективная мощность, N_e , кВт	10,50	11,6	+10,5	10,48	11,56	+10,3
Индикаторная мощность, N_i , кВт	14,51	15,75	+8,55	15,09	15,58	+3,25
Мощность механических потерь, N_m , кВт	4,02	4,15	+3,23	4,61	3,33	-27,8
Среднее эффективное давление, p_{ef} , МПа	0,542	0,587	+8,30	0,543	0,593	+9,21
Среднее индикаторное давление, p_i , МПа	0,749	0,797	+6,41	0,782	0,799	+2,17
Максимальное давление сгорания, p_{sz} , МПа	6,753	5,652	-16,3	7,39	7,35	-0,54
Давление в конце сжатия, p_c , МПа	3,727	3,782	+1,48	4,277	7,35	+30,7
Удельный эффективный расход топлива, g_e , кг/(кВт·ч)	0,240	0,233	-2,92	0,222	0,219	-1,35
Эффективный КПД, η_e	0,358	0,369	+3,07	0,388	0,393	+1,29
Индикаторный КПД, η_i	0,496	0,501	+1,00	0,558	0,506	-5,20
Коэффициент избытка воздуха, α	1,47	1,45	-1,36	1,89	1,66	-12,2
Механический КПД, η_m	0,723	0,737	+1,94	0,695	0,776	+6,76

Таблица 2. Газодизельный двигатель 2ГЧ9,5/11

Показатель	Газодизельный
Эффективная мощность, $N_{\text{ев}}$, кВт	8,786
Среднее эффективное давление, $p_{\text{ев}}$, МПа	0,446
Эффективный крутящий момент, $M_{\text{кр}}$, Н м	55,38
Часовой расход дизельного топлива, $G_{\text{д}}$, кг/ч	0,651
Часовой расход газового топлива, $G_{\text{г}}$, кг/ч	0,4091
Удельный эффективный расход дизельного топлива, $g_{\text{евд}}$, кг/(кВт·ч)	0,074
Удельный эффективный расход газового топлива, $g_{\text{евг}}$, кг/(кВт·ч)	0,0465

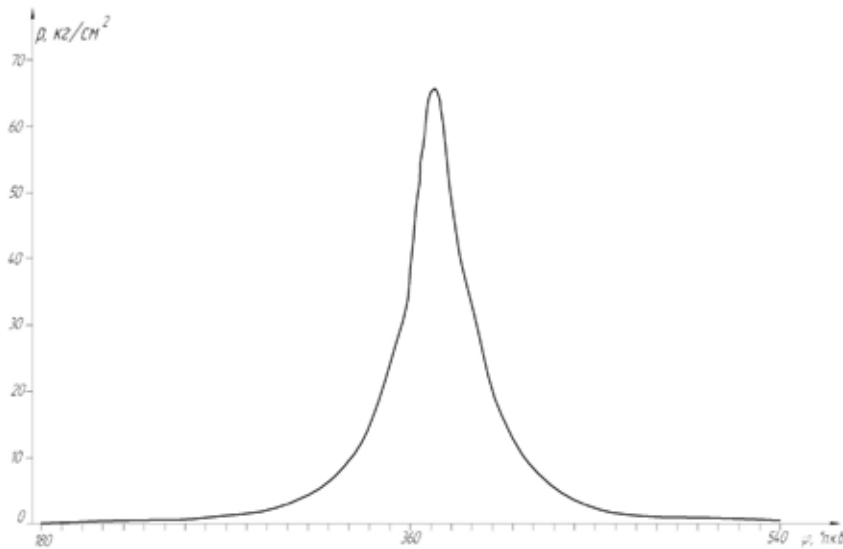


Рис. 5. Развернутая индикаторная диаграмма газодизеля

Судовой дизель 4Ч9,5/11 с наддувом

С целью улучшения эксплуатационных показателей этих двигателей, без кардинального изменения их конструкции, технологии изготовления и без замены материалов основных элементов, Лаборатория проблем моторной энергетики (ЛПМЭ) в г. Астрахани (совместной

с Институтом физики Дагестанского научного центра Российской академии наук (ДНЦ РАН) и Астраханского государственного технического университета (АГТУ)) по согласованию с производителем этих типов дизелей ОАО «Завод «Дагдизель» ведет работы по форсированию дизеля 4Ч 9,5/11 по среднему эффективному давлению путём газотурбинного наддува [2].

Таблица 3

Параметр	Вихревая КС
Эффективная мощность, $N_{\text{ев}}$, кВт	27
Среднее эффективное давление, $p_{\text{ев}}$, МПа	0,69
Максимальное давление сгорания, $p_{\text{з}}$, МПа	7,62
Давление сжатия, $p_{\text{с}}$, МПа	5,6
Эффективный удельный расход топлива, $g_{\text{ев}}$, кг/(кВт × ч)	0,24
Эффективный КПД, η_e	0,358

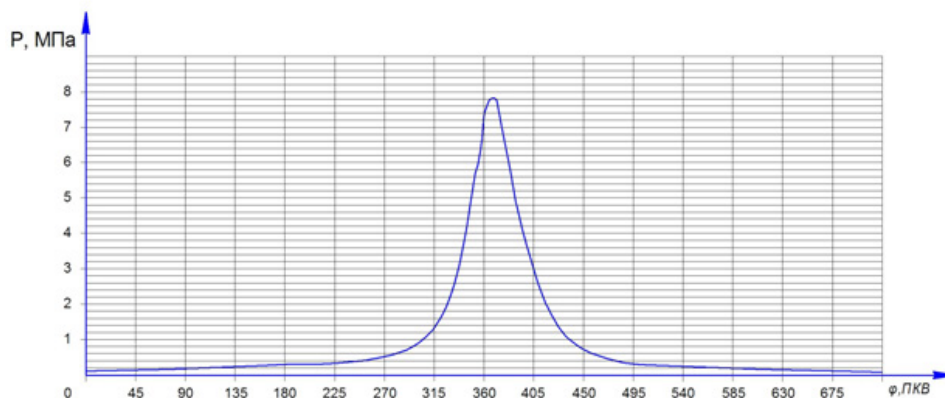


Рис. 6. Экспериментальная развернутая индикаторная диаграмма

Таблица 4. Судовой двигатель ЗДб с открытой КС

Результаты	Расчет	Эксперимент	D, %
Эффективная мощность, $N_{\text{эф}}$, кВт	100,68	99	1,70
Среднее индикаторное давление, p_i , МПа	0,5244	0,502	4,46
Среднее эффективное давление, $p_{\text{эф}}$, МПа	0,4195	0,4016	4,45
Максимальное давление сгорания, p_z , МПа	6,86	6,39	7,35
Давление сжатия, p_c , МПа	3,59	3,34	7,48
Эффективный удельный расход топлива, $g_{\text{эф}}$, кг/(кВт × ч)	0,238	0,220	8,18

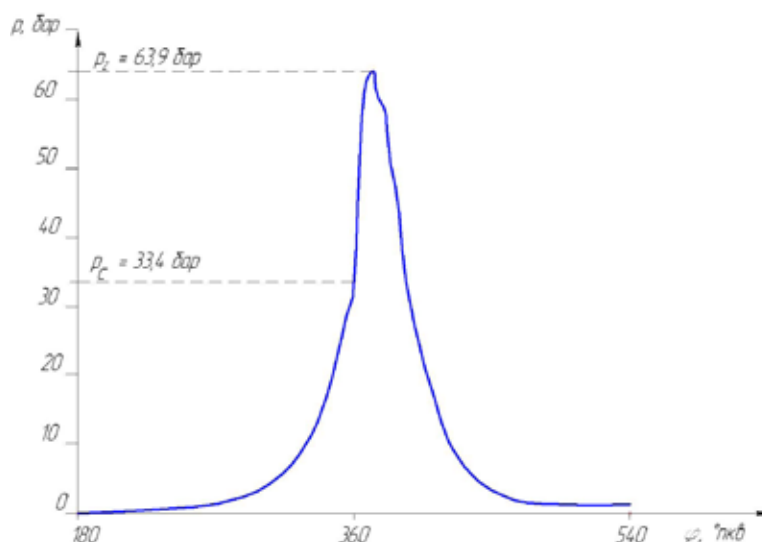


Рис. 7. Развернутая индикаторная диаграмма дизеля ЗДб с открытой КС

Анализ особенностей рабочих процессов при различных способах смесеобразования

Для дизеля ЗДб с открытой КС:

— Хорошее смесеобразование и не большие потери теплоты через поверхность камеры и, как следствие высокую топливную экономичность; легкий пуск и возможность форсирования дизелей путем применения наддува.

— большую скорость нарастания давления в фазе быстрого сгорания и высокие значения давления сгорания, что объясняется накоплением большого количества топлива в объеме и интенсивным его испарением за период задержки воспламенения; создание высоких давлений впрыска топлива, так как кинетическая энергия топливных струй оказывает большое влияние на качество смесеобразования [3].

— В дизелях с объемным смесеобразованием вследствие низкой интенсивности перемешивания топлива с воздухом период τ , примерно в два раза продолжительнее, чем при объемно-пленочном смесеобразовании. Значительные тепловые потери в стенки вихревой камеры увеличивают период τ , у таких дизелей в 1,2 раза по сравнению с объемным и в 2,2–2,5 раза — с объемно-пленочным смесеобразованием.

— Продолжительность процесса сгорания у дизелей с вихрекамерным смесеобразованием больше, чем с объемным и объемно-пленочным смесеобразованием.

— Для объемно-пленочного и объемного смесеобразования характерны более высокие скорости тепловыделения, чем у дизелей с вихрекамерным смесеобразованием.

— Топливная экономичность дизелей с объемным смесеобразованием выше, чем с объемно-пленочным, и на выше по сравнению с вихрекамерным смесеобразованием.

— Для газодизельного процесса: снижение эффективной мощности, среднего эффективного давления

и максимального давления сгорания при работе на газовом топливе вызвано меньшей низшей теплотворной способностью газа. Кроме того, возможны ошибки при выборе запальной дозы топлива, так как в литературе эта доза указывается в пределах 30–50 % от полной цикловой подачи топлива. Снижение давления в конце сжатия вызвано изменением показателя политропы сжатия, так как в цилиндре сжимается не воздух, а газоздушная смесь.

— осуществление газодизельного цикла на судовом малоразмерном дизеле возможно, однако оно происходит со снижением эксплуатационных показателей двигателя, вызванным меньшей теплотворной способностью газового топлива. Для минимизации этого снижения необходимо проводить дополнительные исследования, связанные с внесением изменений в конструкцию ТНВД, а также с оптимизацией угла опережения подачи дизельного топлива.

— двигатель с комбинированным смесеобразованием развивает в среднем на 10 % большую мощность по сравнению с прототипом, что обусловлено лучшей организацией смесеобразования.

Литература:

1. Исаев, А. П. Разработка и результаты применения принципа комбинированного смесеобразования в судовом малоразмерном дизеле / А. П. Исаев // Вестник АГТУ. Серия Морская техника и технологии. — Астрахань: Издательство АГТУ, 2011. — № 3. — с. 106–116.
2. Дорохов, А. Ф. Исследование основных эксплуатационных показателей судового дизеля при его форсировании наддувом. Вестник АГТУ. Серия Морская техника и технологии. — Астрахань: Издательство АГТУ, 2014. — № 4. — с. 65–71.
3. Б. Н. Семенов, Е. П. Павлов, В. П. Копцев. Рабочий процесс высокооборотных дизелей малой мощности. Изд-во Ленинград «Машиностроение», Ленинградское отделение, 1990—239 с.

Выбор и обоснование критериев оценки степени опасности дефектов нефтепроводов

Чурикова Лариса Алексеевна, кандидат технических наук, доцент;

Сулейменов Алмаз Карменович, магистрант

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана (г. Уральск)

Статья посвящена вопросам обоснования критериев оценки степени опасности дефектов нефтепровода, описаны основные факторы, вызывающие разрушения магистральных нефтепроводов, дана оценка опасности дефектов, обнаруженных при проведении технического диагностирования нефтепровода. Авторы оценивают данную методику, как критерия выбора метода ремонта нефтепровода.

Ключевые слова: надежность, безопасность, степень опасности, повреждения трубопровода, трещино-подобные дефекты.

Современное состояние нефтепроводного транспорта в Западном Казахстане характеризуется длительным сроком эксплуатации ряда действующих магистральных нефтепроводов при существенном увеличении объемов перекачки нефти и сооружением новых мощных нефте-

проводов, работающих при повышенном давлении. Обеспечение эксплуатационной надежности магистральных нефтепроводов в условиях их длительной эксплуатации, увеличения объемов перекачки и повышения давления становится все более актуальным.

Основные фонды трубопроводного транспорта нефти, как и вся транспортная система, стареют. В процессе их эксплуатации постепенно снижается несущая способность собственно трубопроводов. И здесь остро встают вопросы обеспечения надежности и безопасности нефтепроводов. Наиболее характерными необратимыми процессами в металле труб нефтепроводов являются коррозия, усталость, изменение комплекса физико-механических свойств и параметров напряженно-деформированного состояния. Приоритетным направлением технической политики в области магистрального трубопроводного транспорта нефти является комплексный подход к вопросам диагностики и ремонта нефтепроводов по техническому состоянию.

Определяющим критерием эффективности и экологической безопасности трубопроводов является их надежность — способность выполнять заданные функции в течение требуемого промежутка времени, сохраняя свои эксплуатационные свойства. Проблема обеспечения надежности трубопроводов — сложная комплексная задача, которая включает в себя технические, экономические и организационные аспекты.

В связи с этим, важное значение имеет оценка работоспособного состояния и долговечности нефтепроводов на основе оперативного контроля и мониторинга напряженно-деформированного состояния потенциально опасных участков. Обеспечение надежности и продление срока службы нефтепроводов требуют комплексного рассмотрения вопросов снижения несущей способности, установления технологических режимов работы, диагностики и ремонта дефектных участков инвариантно к виду и времени действия дестабилизирующих факторов и, в целом, совершенствования программы эксплуатации.

Стабильность функционирования магистральных нефтепроводов может быть обеспечена благодаря внедрению прогрессивных методов диагностики, проведению планово-предупредительных и ремонтных работ. Эффективным свидетельством этому является снижение ко-

личества категориальных аварий на линейной части магистральных нефтепроводов.

Проведение плановых технических диагностик следует подразделять на две основные группы: обеспечение надежного функционирования магистрального нефтепровода; обеспечение безопасной эксплуатации магистрального нефтепровода. Первая группа целей подразумевает улучшение производственных характеристик и экономический эффект для предприятия. Вторая группа целей подразумевает мероприятия, направленные на безопасность персонала, эксплуатирующих трубопроводную систему.

Система классификации целей технической диагностики приведена на рис. 1.

Разрушения магистральных нефтепроводов вызываются действием двух групп факторов:

1. группы факторов, связанных со снижением несущей способности трубопровода;
2. группы факторов, связанных с внешним влиянием (оползни, размывы и т.п.).

Из факторов первой группы следует выделить заводские, строительные, сварочные и эксплуатационные повреждения в зависимости от того, на какой стадии изготовления труб или существования трубопровода нанесено то или иное повреждение.

Заводскими дефектами труб являются металлургические пороки в теле трубы (закаты, расслоения, трещины), связанные с нарушением технологического процесса при их производстве.

Повреждения трубопровода, вызванные дефектами при производстве строительно-монтажных работ, связаны с некачественным проведением этих работ, отсутствием контроля за ходом их выполнения и несоблюдением требований нормативных документов и проектной документации. Подобные повреждения труб особенно часты при прокладке труб на пересеченной местности. Растаскивание труб волоком приводит в этих случаях к существенному утончению стенок трубопровода.

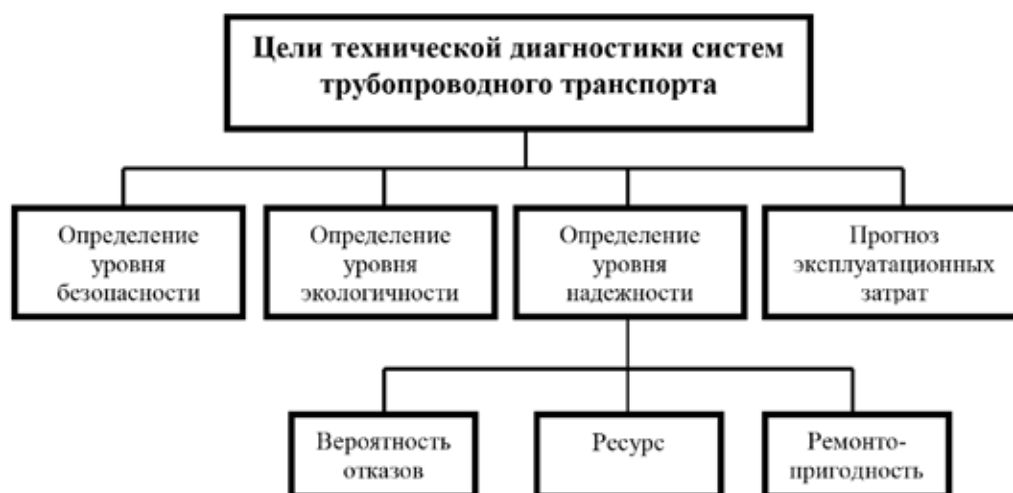


Рис. 1. Классификации целей технической диагностики

Сварочные дефекты возникают в продольных и поперечных стыках нефтепровода в тех случаях, когда нарушается технология сварки и применяются некондиционные сварочные материалы. Наиболее вероятным является появление дефектов в кольцевых стыках, выполняемых в полевых условиях с применением «неповоротной» сварки. Дефекты в сварных стыках резко снижают пластичность и повышают хрупкость сварных соединений при переменных и ударных нагрузках, особенно в условиях низкой температуры.

Факторы второй группы появляются только при эксплуатации действующего магистрального нефтепровода.

К авариям в основном приводит одновременное действие факторов обеих групп, однако возможно появление серьезных повреждений и при действии отдельных факторов [1, 2].

Под надежностью нефтепроводной системы понимается ее способность воспринимать всю совокупность внешних воздействий (природно-климатических и техногенных, тепловых и механических) в течение заданного срока с обеспечением нормальной эксплуатации (работоспособности) системы. Надежность оценивается вероятностью отсутствия отказа системы (аварии) за определенный срок эксплуатации. Опасность аварии также есть случайная величина, которая измеряется дополнением до единицы надежности. Математическое ожидание затрат на ликвидацию аварий и связанных с ней экологических последствий принято называть ценой риска.

Надежность нефтепроводной системы во многом зависит от способа прокладки труб. Известно три способа их прокладки: надземный, наземный и подземный. Степень влияния различных дефектов и повреждений на прочность зависит от механических свойств трубных сталей, характера дефекта и места его расположения. Особую опасность представляют задиры во вмятинах, глубокие вмятины и острые глубокие царапины труб из сталей с малым запасом упругих свойств.

Наиболее опасными и распространенными в трубах нефтепроводов являются трещиноподобные дефекты (тре-

щины, царапины, задиры, непровары и подрезы швов и др.). При гидравлических испытаниях в зоне трещиноподобных дефектов происходят существенные изменения их геометрии, свойств и напряженного состояния металла. Эти изменения в основном связаны с возникновением в зоне концентраторов локальных пластических деформаций и должны соответствующим образом влиять на характеристики работоспособности и безопасности эксплуатации нефтепроводов.

Оценка опасности дефектов, обнаруженных при проведении внутритрубной инспекции трубопроводов характеризуется двумя определенными параметрами: относительной глубиной (d/t , где d — максимальная глубина дефекта, t — толщина стенки трубопровода) и длиной L в продольном направлении трубопровода. При этом ширина дефекта не учитывается, так как оказывает существенно меньшее влияние на величину разрушающего давления трубы по сравнению с максимальной глубиной d и длиной L дефекта [3].

В результате расчета для каждого дефекта определяется степень опасности, в соответствии с которой дефект классифицируется по трем категориям: «опасные», «неопасные» и «недопустимые».

Для обследованного участка нефтепровода строится кривая, характеризующая границу опасности коррозионных дефектов типа коррозионных язв и пятен (рис. 2).

Согласно графика, все дефекты, лежащие на кривой, имеют одинаковую степень опасности, для них коэффициент опасности дефекта $K=1$ [4].

Повышение точности оценки опасности дефектов с помощью внутритрубных дефектоскопических приборов может быть достигнуто путем увеличения информативности самих дефектоскопических аппаратов посредством изменения режимов их движения и съема информации с целью получения динамических характеристик обнаруженных дефектов [5].

Таким образом, критерии оценки степени опасности дефектов трубопровода при проведении технического диагностирования нефтепровода можно классифицировать по пяти уровням, с целью установления: геометрической

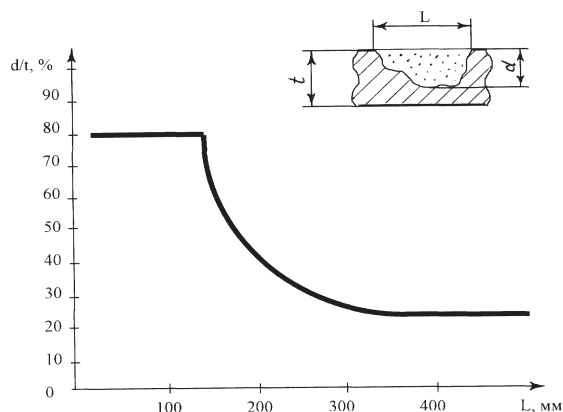


Рис. 2. Граница опасности коррозионных дефектов труб

неоднородности труб; несплошности металла труб; несплошности металла кольцевых (поперечных) сварных соединений; несплошности основного металла и продольных сварных соединений; напряженно-деформированного состояния стенки трубопровода. Оценивая дефекты магистрального нефтепровода по критериям оценки, можно выбрать метод ремонта из условия обеспечения надежности нефтепровода.

Литература:

1. Гумеров, А. Г. Безопасность длительно эксплуатируемых магистральных нефтепроводов/А. Г. Гумеров, Р. С. Гумеров, К. М. Гумеров. — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. — 310 с.
2. Мазур, И. И. Конструктивная надежность и экологическая безопасность трубопроводов/И. И. Мазур, О. М. Иванцов, О. И. Молдаванов. — М.: Недра, 1990. — 263 с.
3. Патент 2172929 Российская Федерация, МПК: F17D G01B9/00, F17D5/00. Способ оценки опасности дефектов трубопровода/Шабуневич В. И.; опубл. 27.08.2001.
4. Васин, Е. С. Оценка технического состояния магистральных нефтепроводов по результатам диагностического контроля/Е. С. Васин // Трубопроводный транспорт нефти. — 1996. — № 4. — с. 26–29.
5. Лурье, М. В. Новый алгоритм оперативного обнаружения утечек жидкости из трубопроводов/М. В. Лурье, С. П. Макаров, В. А. Черников // Транспорт и хранение нефтепродуктов. — М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2001 — № 3. с. 16–18.

Энергосберегающая технология подачи воды из перфораций вдоль пути увлажнителя

Шокиров Анвар Адылович, доктор технических наук профессор;

Каршиева Нилуфар Хайитовна, студент;

Юсупова Ферузахон Рустамовна, студент

Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Бери (Узбекистан)

В данной статье предложены общие сведения о энергосберегающей технологии приподачи воды из перфораций вдоль пути увлажнителя.

Ключевые слова: *расход воды, перфорация, увлажнитель, энергосберегающая технология, труба, установка, начальный участок, эксперименты, потери напора, кинетическая энергия, результаты.*

Целью исследования являлось определение расхода воды через перфорации вдоль пути трубы увлажнителя с открытым концом при атмосферном окружении и распределения внутреннего давления по сечения увлажнителя.

Эксперименты проведены на установке, разработанной Шакировым А. А. [1]. Установка состоит из полиэтиленовой трубы диаметром 13 мм и длиной 8 м. Начальный участок трубы — 3 м. Длина рабочей части — 2,6 м. В верхней части по горизонтальной линии просверлены отверстия диаметром 1 мм на расстоянии 10 см друг от друга. На каждом пятом отверстии установлены штуцеры для измерения пьезометрического давления. Число штуцеров — 5, количество перфораций — 21. Расходы потока на перфорациях и в конце трубы измеряются объемным способом.

В результате опытов получили зависимость изменения расхода воды на перфорациях от длины трубы. Статистическая обработка результатов экспериментальных данных дала функцию монотонно убывающей прямой линии в виде

$$q = f(x).$$

Зависимость расходов выходящий из каждой перфорации q от перепадов давления Δp показывает, что в начальном сечении трубы расход в перфорациях подчиняется криволинейному закону, а с удалением от него закономерность распределения расхода в перфорациях стремится к прямолинейному закону.

Как известно из гидравлики потери напора на единицу длины при движение жидкости в параллельном оттоке на элементарном пути dx выражаются формулой [2].

$$\frac{dh_{\omega}}{dx} = A Q_x^m, \tag{1}$$

где dh_w — потери напора в данном сечении на участке трубы длины dx ; A — удельное сопротивление трубопровода; Q_x — расход жидкости изменяющийся вдоль пути по закону.

$$Q = Q_k + \sum_{m=1}^n q_{nx}, \quad (2)$$

где Q — общий расход; Q_k - расход воды в конце трубы, так называемый сбросной расход.

Изменение расхода на перфорациях, в зависимости от перепада давления Δp на участке x , изучали для случаев работы всех перфораций; работы одной перфорации при закрытых остальных; работы одной перфорации при последовательном открывании последующих. В этих экспериментах характерно появление Δp_0 , которое в дальнейшем будем называть «Начальным перепадом давления» для выхода жидкости через отверстия. При переходе от сечения к сечению по длине трубы Δp_0 увеличивалось, а вдоль неё давление убывало. Безразмерный перепад давления в зависимости от безразмерного расхода перфорациях можно описать выражением:

$$\Delta \bar{p} = A \bar{Q}_x^2 + \Delta \bar{p}_0 \quad (3)$$

Количество жидкости, протекающее за единицу времени на участке трубы длиной dx , будет выражается формулой [2].

$$-dQ_x = Bhd_x \quad (4)$$

С учетом формулы (1) и (4) получим уравнение движения жидкости по перфорированной трубе.

$$\frac{d^2 Q_x}{dx^2} = KQ_x^m, \quad (5)$$

где K и m — постоянные, зависящие от режима, физических свойств жидкости а также от степени перфорированности.

Решение уравнения (5) выражается в следующем виде.

$$Q_x = c_1 ch(x\sqrt{k}) + c_2 sh(x\sqrt{k}), \quad (6)$$

Произвольные постоянные c_1 и c_2 находим из граничных условий.

$$x = 0, Q_x = Q_0, \frac{d Q_x}{dx} = Bh_0,$$

где Q_0 — расход жидкости при входе трубы; h_0 — значение напора на входе в трубу;

— фактор пропорциональности, зависящий от степени перфорации стенок трубы.

Тогда решение (6) преобразуется к виду

$$Q_x = Q_0 ch(x\sqrt{k}) - \frac{Bh_0}{\sqrt{k}} sh(x\sqrt{k}), \quad (7)$$

Изменение напора вдоль пути можно записать в виде.

$$h = h_0 ch(x\sqrt{k}) - \frac{Q_0 \sqrt{k}}{B} sh(x\sqrt{k}), \quad (8)$$

Несложный анализ полученных формул показывает, что при одинаковом начальном напоре h_0 в случае перфорированных труб расход через перфорации с изменением перепада напора т. е. вдоль трубы изменяется по криволинейному закону, что подтверждается экспериментально. Для обеспечения непрерывного выхода расхода воды из перфорациях необходимо увеличить диаметр перфорации вдоль пути увлажнителя. Этим и соблюдается постоянство удельная кинетическая энергия.

Литература:

1. Шакиров, А. А. Обоснование эффективных параметров гидродинамических процессов в каналах пористых сред. // Авт. дисс. на соиск. уч. степ, д. т. н. — Т., 1998, 39 с.
2. Гиргидов, А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика). СПб ГПУ, 2004, 398 с.

Hydraulic resistances in tangential swirler of vertical shaft spillway with air intake conditions

Янгиев Асрор, доцент

Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

Гайимназаров Исроил Холикович, ассистент;

Хазратов Алишер Нормуродович, ассистент;

Норбоев Анвар Эшмуминович, ассистент

Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

The above shown comparison of hydraulic resistance coefficients, obtained in various researches, show that in geometrically similar swirlers, in automodel zone the values of $\xi_{3,y}$ are close to each other. The most discrepancies of compared $\xi_{3,y}$ are most likely caused by some structural differences of deferent routes. The obtained functions can be used in calculations of tangential swirlers.

In the past years research works on the number of high pressure hydrosystems (Rogun (Tadjikistan) — 300m, Teri (India) — 240m, Tupalang-172m, Telmam (Russia) — 140m and others) have raised issues of development of principally new designs of water spillway structures, capable of working high flow velocity conditions (50-60m/sek). The solution of the given problem must meet the requirements for high reliability of structural elements of water spillway tact in all regimes of its exploitation and ecological safety, i. e. decrease of the negative effects of spilled flow on environment.

The most simple solutions are seen today on development of horizontal vertical shaft spillways with tangential flow swirler.

The main characteristic of discussed swirler is it geometrical parameter (pic. 1).

$$A = \frac{\pi r_t R}{F_{B.X}} \sin \beta. \tag{1}$$

where r_t — the distance from the tunnel axes to weight center of inlet cross section with area of $F_{B.X}$; R — tunnel ra-

dus in shaft axes; β — tilt angle of the supply waterway to swirler.

The value of parameter of flow swirling behind swirler Π_0 and other characteristics of flow mostly depend on design of swirling device. Obviously, the Очевидно, hydraulic resistances of swirler depend on the flow swirling intency (Π), developed by the swirler itself.

Π is the ratio of tangential component of shearing stress τ_u to full stress near wall τ , or, which is practically the same — the ratio of peripheral velocity V_u to full velocity near wall V :

$$\Pi = \frac{\tau_u}{\tau} = \frac{V_u}{V}$$

There are significant pressure losses in the «swirling device — deferent spillway» system of the vertical spillway.

It is known that the coefficient of hydraulic resistance in tangential swirler is determined the following way [2, 3]:

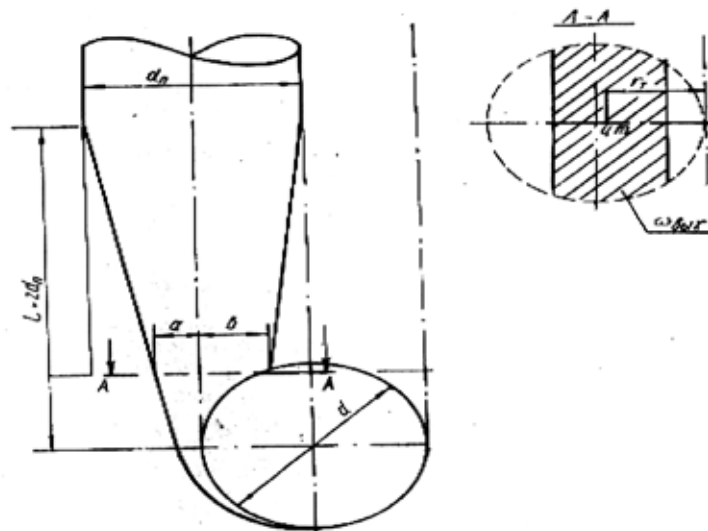


Fig. 1. Tangential swirler scheme

$$\xi_{3,y} = \frac{2g(\bar{E}_* - \bar{E}_1)}{\bar{g}_1^2} \tag{2}$$

where \bar{E}_*, \bar{E}_1 — full specific flow energies in sections in front and behind the swirler averaged on cross section,, $\bar{g}_1^2/2g$ — the values of dynamic head from full velocity in section behind swirler averaged on cross section.

Our graphical results for values of resistance coefficients in swirler depending on the intensity of flow swirling on the outlet are shown in pic. 2. Hydraulic resistance increases with the increase of the parameter of intensity of swirling, it changes from 0,42 to 0,6 according to the measurements of hydraulic regimes in the given work.

Generalized expression $\xi_{3,y} = f(\Pi)$ has a linear nature and is approximated with the following expression:

$$\xi_{3,y} = 0,206 + 0,504\Pi \tag{3}$$

with $0,42 \leq \Pi \leq 0,75$

The graph of hydraulic resistance coefficient of tangential swirler with flat cut shaft vs. geometric parameter A, (the curve 1, received in work [4]), is shown on pic. 3. In this work

the values \bar{E}_1 and $\bar{g}_1^2/2g$ from expression (2) were determined from average discharge velocity in round outlet section of swirling system, therefore $\xi_{3,y}$ is substantially higher than the analogical values on pic. 2.

The dependence 2 is shown on pic 3., which is calculated the same way from the research data received by the author. Evidently, the both curves differ substantially. The reason for it is that the same value of the parameter A (even when the structure works in automodel zone) doesn't provide the same structure of swirled flow behind the swirler. It is necessary that the swirling devices be geometrically similar.

This condition is an important aspect in modeling vertical water spillway structures.

As a result of analysis [5] conclusion was done, that during calculations one must use values of $\xi_{3,y}$, determined on the outlet of swirler, because discharge coefficient, determined by these resistances (4), are similar to discharge coefficient, determined by discharge through weir gauge, head and wetted cross section area affecting on swirler on the outlet of swirling device (5):

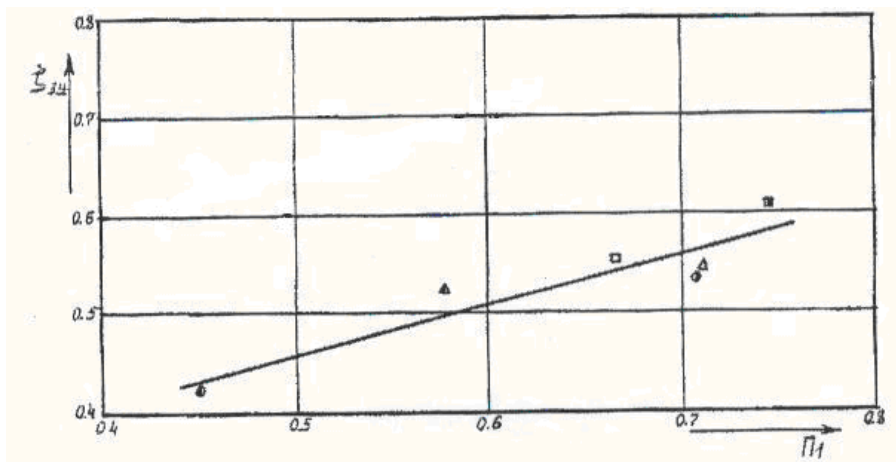


Fig. 2. Graphical results for values of resistance coefficients in swirler depending on the intensity of flow swirling on the outlet

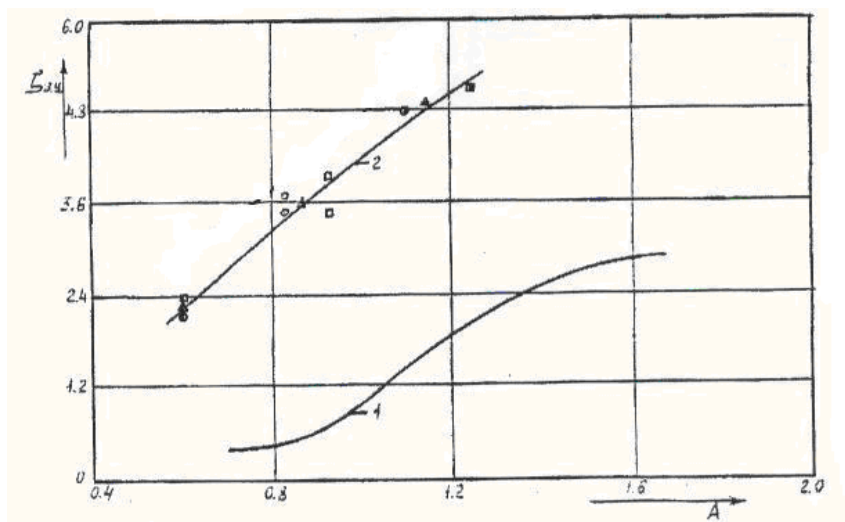


Fig. 3. The graph of hydraulic resistance coefficient of tangential swirler with flat cut shaft vs. geometric parameter A

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\alpha_{6blx} + \xi_{3,y}}} \quad (4)$$

$$\mu = \frac{Q}{\omega_k \sqrt{2gH_v}} \quad (5)$$

At the same time $\xi_{3,y}$ has changed from 0,35 to 0,55, which well conforms to the recommendations in reference book [1],

where it is indicated that for tangential spiral chamber like swirlers one must approximately use $\xi_{3,y} = 0,3...0,5$ until he gets more precise data.

The values $\xi_{3,y}$, determined with average discharge velocity, are in range from 1,6 to 5,2, which well conforms to the dependence — 2 on pic. 3.

It is seen from the expression (4), that the values μ and $\xi_{3,y}$ are interdependent. On pic. 4 there are shown the functions of tangential swirler discharge coefficient values vs. flow swirling intensity on the outlet $\mu_{3,y} = f(\Pi)$.

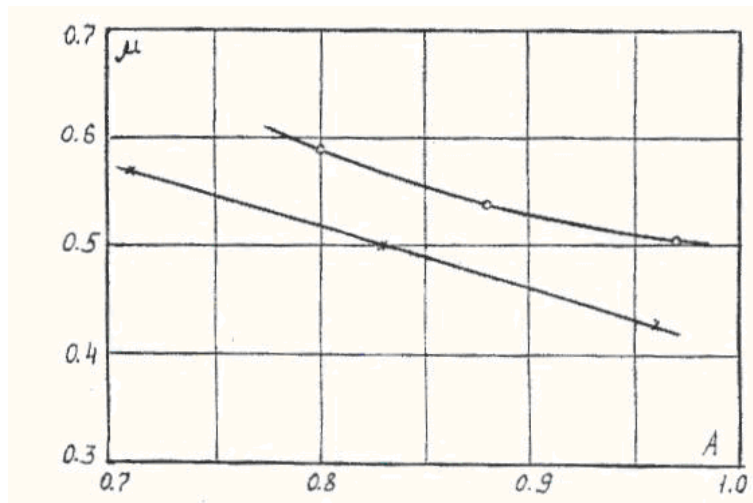


Fig. 4. Discharge coefficient μ vs. geometrical parameter A graph:

- o — for swirlers with elliptical shaft cut
- x — for swirlers with flat shaft cut

The above function is approximated with the following expression:

$$\mu_{3,y} = 0,896...0,136 \Pi \quad (6)$$

where $0,42 \leq \Pi \leq 0,75$

References:

1. Hydraulic calculations of water spillway hydrotechnical structures: Reference book. Moscow, Energoatomizdat, 1988. 624 pages.
2. Jivotovski B. A., Rozanova N. N., Sinichenko E. K. Short term recommendations on calculation and design of water spillways with rapid energy suppression of twisted flow. RUDN. 1992. 149.
3. Sapfirov A. B. Assessment of hydraulic properties of vertical shaft water spillways with tangential flow swirler: Dissertation.... candidate of technical sciences, MGMI, 1991.174 pages.
4. Talant M. A., Jivotovski B. A., Novikova I. S., Rodionov V. B., Rodionova N. N. Properties of vertical tunnel spillways and hydraulic conditions of their work. //Hydrotechnical construction. 1995, 9 pages. 16–22.
5. Khanov N. B. Vortical spillways with inclined shaft and tangential swirler. Dissertation, Doctor of technical sciences. MGMI, 1994.169 pages.

Молодой ученый

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 5 (109) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.
Фозилов С. Ф.
Яхина А. С.
Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайнич 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)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.
Ответственные редакторы: Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В.

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 27.03.2016. Тираж 500 экз.

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