

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

международный научный журнал

VORLESUNGEN

$$k = 1,38064852(79) \times 10^{-23}$$

ÜBER

MAXWELLS THEORIE DER ELEKTRICITÄT UND DES LICHTES

VON

DR. LUDWIG BOLTZMANN,

PROFESSOR DER THEORETISCHEN PHYSIK AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial x} \cdot \frac{p}{m} + \frac{\partial f}{\partial p} \cdot F = \frac{df}{dt} \Big|_{coll}$$

I. THEIL

ABLEITUNG DER GRUNDGLEICHUNGEN FÜR RUHENDEN
HOMOGENE, ISOTROPE KÖRPER.

MIT FIGUREN IN ZWEI FOLGEN AUF ZWEI TAFELN

die Größe als auch die Richtung
materiellen Punktes, welcher
hat, so daß x'_r, x'_{r+1}, x'_{r+2}
in den drei Koordinatenrichtungen
und u'_h die Richtungen und die drei
lierten Größender Geraden
 B'_h bezeichnet wurden.
auch in der Form

δt wachsen würde,
nen der p werden un
 $\sigma = 5,670367(13) \cdot 10^{-8}$

$$\sum_k \xi_k^l \delta x_k = 0.$$

$$f(x, p, t) d^3x d^3p$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} \Big|_{coll} = \int_{v'} [f(t, r, v') W(v', v) - f(t, r, v) W(v, v')] d^3v'$$

$$\hat{L}_{GR} = \sum_{\alpha} p^{\alpha} \frac{\partial}{\partial x^{\alpha}} - \sum_{\alpha\beta\gamma} \Gamma^{\alpha}_{\beta\gamma} p^{\beta} p^{\gamma} \frac{\partial}{\partial p^{\alpha}}$$

16+

Ludwig Boltzmann

PRINZIPE DER MECHANIK

VON

LUDWIG BOLTZMANN,

PROFESSOR DER THEORETISCHEN PHYSIK AN DER UNIVERSITÄT WIEN.

$$\sigma = \frac{8\pi^5 k^4}{15c^3 h^3}$$

Es ergibt sich also

$$\frac{dq_h}{dt} = P_h + \frac{\partial T}{\partial p_h}$$

ann v_r sowie
heit des

2
2016
Часть III

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 2 (106) / 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: 01.02.2015. Цена свободная.

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

Ответственный редактор: Осянина Екатерина Игоревна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович

На обложке изображен Людвиг Больцман (1844–1906) — австрийский физик-теоретик, основатель статистической механики и молекулярно-кинетической теории.

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.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Сергеев А. А.**
Экспертная система дуговой сварки с базой знаний..... 223
- Солиев И. С.**
Автоматизированное конструирование одежды по заказам населения 225
- Спирин И. А.**
Исследование и применение eye-tracking технологии на человеке 227
- Спирин И. А.**
Разработка программы для процесса контроля качества целлюлозно-бумажной продукции ... 230
- Суров Л. Д., Филиппов В. В., Фомин И. Н.**
Контроль за изменением состояния линии кольцевой сети 234
- Ташматов Х. К., Мукольянц А. А., Кенжаев Б. О.**
Устройство и приборы для регистрации максимальных и минимальных уровней воды в гидроузлах 238
- Ташматов Х. К.**
Оценки надёжности контрольно-измерительных приборов Таваксайской ГЭС..... 241
- Тошев Ш. О., Туракулова М.**
Адсорбционная очистка веретенного масла от нежелательных компонентов силикагелем КСК... 243
- Тошева Г. Д., Кенжаев Н. И.**
Совершенствование процесса проектирования одежды на основе компьютерных технологий ... 245
- Усманов Ф. Б., Ибодов Р. К., Хикматов Ф. С.**
Определение расхода дополнительной энергии при круглогодичной эксплуатации гелиополигонов по выпуску сборного железобетона 247
- Федотов А. Г.**
Контроль качества коленчатых валов при их изготовлении 250
- Хужакулов А. Ф., Тухтаев Б. Б.**
Адсорбционная очистка турбинного масла Тп-30..... 252
- Шакирова Ю. К., Савченко Н. К., Абилдаева Г. Б., Зайцева С. В., Мартыненко О. В.**
Проектирование мобильных приложений и облачных сервисов 254
- Шаланин В. А.**
Эйлеровы методы моделирования потоков со свободной поверхностью 258
- Шаланин В. А.**
Лагранжевы методы моделирования потоков со свободной поверхностью 261
- Шарипов К. К., Самихов Т. Т.**
Улучшение характеристик рабочих веществ на месторождении «Учкыр»..... 263
- Шарипов К. К., Самихов Т. Т.**
Исследование процесса низкотемпературной сепарации природного газа на месторождении «Учкыр»..... 265
- Шарипов К. К., Юсупов Т. А.**
Изучение физико-химических свойств адсорбентов при очистке сернистых газов..... 267
- Шарипов К. К., Юсупов Т. А.**
Исследование этаноламинов при очистке сернистых газов узбекистанских месторождений 269
- Юртаев Р. И.**
Отслеживание избыточным манипулятором траектории в пространстве задания..... 271
- Юртаев Р. И.**
Энергогенерирующий амортизатор..... 273
- Юртаев Р. И.**
Применение газодизельных установок на дорожно-строительных машинах..... 275
- Ядгаров У. Т.**
Распространение поперечных волн в бесконечно длинном цилиндрическом слое 277
- Ядгаров У. Т.**
О затухании волн в структурно неоднородных упругих средах 280

Ямалетдинова А. А., Абдуллаева Ш. Ш.
Подготовка нефти и газа на нефтегазовых
месторождениях в период падающей добычи....282

ГЕОГРАФИЯ

Демельханов М. Д., Косумов Р. С.
Опасность возникновения селевых процессов
в долине реки Аргун (Чеченская Республика)....285

Дмитриченко В. Л.
Единое экономическое пространство:
предпосылки создания и перспективы
развития 289

Косумов Р. С., Демельханов М. Д.
Водоохранные и почвозащитные функции лесных
экосистем Чеченской Республики 291

ГЕОЛОГИЯ

Иламанов И. А.
Нефтеносность Сургутского нефтегазоносного
района..... 297

ЭКОЛОГИЯ

**Васина М. В., Седельникова М. С.,
Медведков К. С.**

Альтернативные виды упаковки — путь
к улучшению экологической ситуации 301

Косумов Р. С., Демельханов М. Д.
Улучшение состояния загрязненных
нефтепродуктами почвенных экосистем
использованием фитомелиорантов..... 303

**Медведков К. С., Васина М. В.,
Седельникова М. С.**
Состояния береговых и русловых участков реки
Тюкалка в Омской области..... 308

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

**Ефремов А. П., Иванов В. Н., Тарасова Т. Е.,
Архцкая Я. С.**
Взаимосвязь показателей экстерьера
и продуктивности коров в ФГУП «Омское»..... 311

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Экспертная система дуговой сварки с базой знаний

Сергеев Алексей Андреевич, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Эта система вырабатывает план действий робота и адаптивно управляет работой системы. Пользователь взаимодействует с системой через интерфейс, который воспринимает текстовые и графические команды выполнения сварочных операций.

База знаний образует модель сварочного процесса, включающую в себя правила, которые позволяют системе реагировать соответствующим образом на конкретные условия сварочного процесса.

На основе механизма формулирования выводов строится процесс решения задачи. Для определения последовательности действий, обеспечивающей высокое качество сварочного шва, используется база знаний. Коды действий хранятся в памяти ЭВМ и вызываются в соответствующие моменты времени в зависимости от состояния процесса сварки.

Информация о характеристиках разделки шва собирается с помощью трехкоординатной системы технического зрения (СТЗ). Эти характеристики хранятся в памяти ЭВМ системы управления и обрабатываются экспертной системой, что позволяет выполнять сварку без вмешательства человека.

Для получения зрительной информации о характеристиках разделки шва выполняется предварительный проход камеры над швом, после чего осуществляется рабочий проход с включенной сварочной дугой.

В процессе сварки все движения управляются от ЭВМ, которая также контролирует и управляет величинами сварочного тока и напряжения, расхода газа и других параметров, влияющих на качество шва. Роботизированная сварка по сравнению с ручной позволяет повысить скорость процесса и выполнять швы отличного качества.

Работая в адаптивном режиме, робот может собирать данные о стыке соединения и выполнять сварочный шов без помощи человека. СТЗ измеряет ширину, глубину, длину и поперечное сечение шва и формирует информацию, необходимую для ведения технологического процесса. Измерение ширины и поперечного сечения шва выполняется относительно его центральной линии. Глубина измеряется от самой высокой кромки шва. При необходимости СТЗ производит поиск начальной точки шва, на что требуется дополнительное время.

Плоский луч света из щелевого источника направляется в зону шва, изображение которой должно анализироваться. Объектив и камера воспринимают освещенную полосу рабочей зоны, пересекающую шов, и передают ее

изображение в виде электрических сигналов в ЭВМ для дальнейшей обработки, в результате которой формируется изображение контура шва, его глубины, ширины и рассогласования по высоте стыкуемых деталей. Полученная от ЭВМ информация о параметрах шва используется для управления сварочным процессом [1].

Сварка выполняется под управлением сварочных программ, хранимых в памяти ЭВМ. Программы носят универсальный характер и могут использоваться для любой детали, относящейся к определенному классу. Отклонения от запрограммированных значений координат шва, его ширины, глубины, длины и формы поперечного сечения компенсируются экспертной системой в процессе управления сваркой. Экспертные программы и необходимая база данных должны готовиться заблаговременно для каждого класса деталей.

В процессе сварки ЭВМ управляет напряжением и силой тока дуги, скоростью подачи проволоки и расходом газа, что позволяет оптимизировать сварочный процесс. Управляемость руки и рабочего инструмента робота, включая позиционирование, выбор угла установки горелки и режим продольно-поперечного перемещения электрода позволяют обеспечивать высокое качество шва [2].

В адаптивном режиме возможны два способа визуального очувствления: предварительное сканирование всего шва и применение СТЗ для восприятия шва в точке, находящейся непосредственно перед зоной сварки. Выбор метода зависит от сложности шва и условий сварки. Для сложных криволинейных или трехмерных швов, требу-

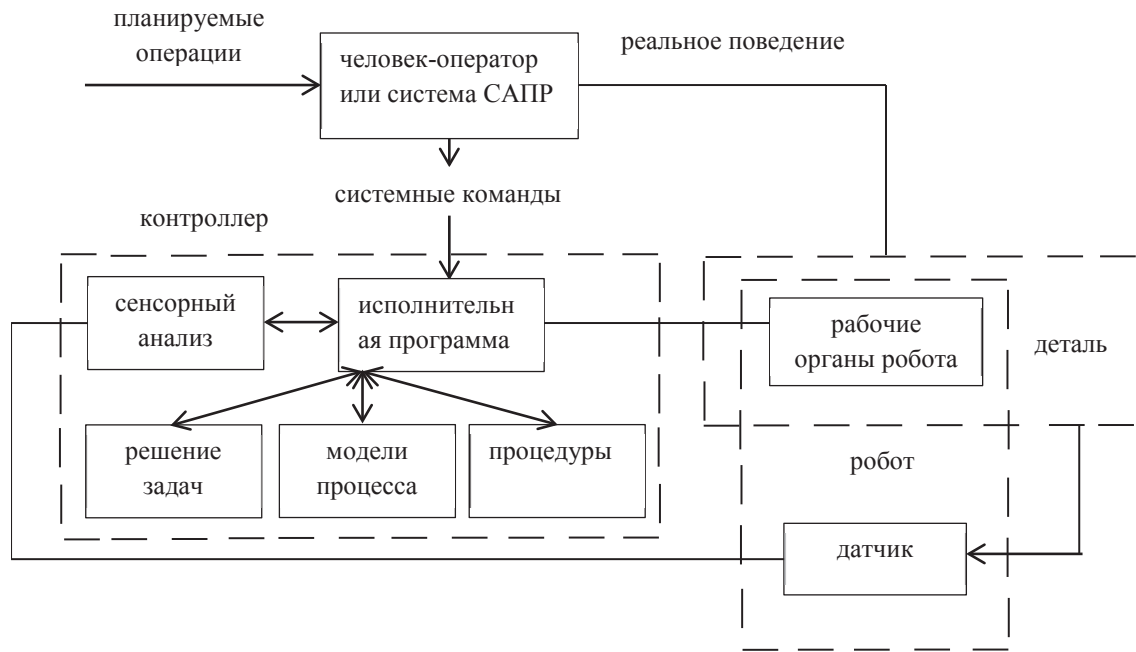


Рис. 1. Структура экспертной системы

ющих большей точности, может использоваться предварительное сканирование вдоль всего шва. Для более простых швов могут использоваться датчики, которые перемещаются впереди сварочной дуги.

Возможности экспертной системы раскрываются путем анализа некоторых принимаемых ею решений на основе информации, поступающей от СТЗ и банка данных:

1. Необходимость выполнения корневых проходов для заполнения глубоких отрезков швов.
2. Выбор формы траектории движений сварочной головки в процессе формирования шва. Траектории представляют собой последовательность отрезков, параллельных и перпендикулярных направлению шва. Конфигурация траектории задается с пульта или программируется. Сформированные траектории могут храниться и вызываться из памяти ЭВМ при необходимости.
3. Выбор последовательности запрограммированных траекторий движения. Некоторые траектории используются для заполнения швов, другие — для предварительного нагрева металла перед сваркой с целью снижения напряжений в материале.
4. Выбор скорости подачи проволоки для каждого типа траекторий и последовательности проходов. Этот параметр наряду с величиной сварочного тока используется для управления оптимальным размером сварочной ванны.
5. Выбор величин тока и напряжения, т.е. управление энергетическим уровнем сварки. При сварке тонких материалов желательнее управлять током, и напряжением дуги, изменяя сопротивление плазмы путем регулирования расстояния по высоте между горелкой и местом сварки. Поскольку чувствительность процесса к величине зазора горелка — деталь составляет сотые доли миллиметра, при роботизированной сварке управление энергетическим уровнем эффективнее, чем при ручной.

Для предварительного соединения свариваемых деталей часто приходится выполнять прихваточные швы небольшой длины, которые могут стать источником концентрации напряжений. Система, используя трехмерную СТЗ, формирует адаптивную программу, предназначенную для снижения скорости подачи проволоки или изменения величины тока с целью обеспечения плавности процесса плавления — твердение металла шва.

При использовании присадочного материала для сварки глубоких и широких швов в ЭВМ используется программа расчета тепловых явлений в окружающем шов материале. На основе строится управление металлургическими характеристиками.

Для управления нагревом материала и заполнения металлом больших швов используются продольно-поперечные траектории движения сварочной головки относительно разделки шва. Использование оптимальных форм траектории продольно-поперечного движения может значительно повысить качество шва.

Правильный подбор режима включения и выключения сварочной дуги существенно влияет на качество шва, поскольку несоответствие параметров процесса плавления расчетным данным может привести к образованию кратеров в материале сварочного шва. Кратеры являются точками с повышенной концентрацией напряжений. Они могут стать причиной образования микротрещин и других дефектов сварочного соединения.

Процедуры включения и выключения электрической дуги особенно критичны при сварке алюминия и высокопрочной стали.

Типовая процедура включения предусматривает: зажигание дуги; управляемое увеличение подводимой энергии при движении электрода по спирали к запрограммированной точке; подвод электрода к центральной линии шва;

инициация рабочего режима сварки. Процедуры включения устанавливаются подбором величин параметров универсальных процедур, разработанных для экспертной системы. Процедура включения предусматривает предварительный прогрев места сварки, предшествующий заполнению шва металлом.

Соответствующая настройка параметров универсальной процедуры позволяет организовать процедуру выключения, обеспечивающую заполнение концевой кратера расплавленным металлом. Процедура включает в себя этапы: управляемый отвод электрода, управляемое снижение мощности дуги, уменьшение скорости подачи присадочной проволоки, гашение электрической дуги.

Рассматривается многопроходная сварка под управлением адаптивной системы, применяемая для соединения толстостенных конструкций. Работа системы строится на использовании трехмерной СТЗ, содержащей источник структурированного освещения. Процедура трехпроходной сварки содержит следующие этапы [3].

1. Процедура включения сварочного процесса предварительно прихваченных деталей, обеспечивающая прогрев шва перед началом сварки на неприхваченном участке.

2. За процедурой включения следует корневой проход. Решение о необходимости корневого прохода принимает экспертная система.

3. Система выполняет корневой шов, пока не обнаружит место прихватки, после чего обрабатывается участок прихваточного шва. Использование специальной процедуры прихватки существенно улучшает качество шва. Неправильное выполнение прихваточного шва может привести к образованию трещин в материале. Автоматические системы сварки без адаптации неспособны

учитывать условия процесса, что приводит к дефектам сварки.

4. За корневым проходом выполняется процедура второго прохода, который предшествует первый возврат в начальную точку шва. Затем система в адаптивном режиме сдвигает электрод относительно центральной линии шва.

5. Завершение второго прохода служит сигналом ко второму возврату в начальную точку шва и выполнения третьего прохода относительно центральной линии шва.

6. За третьим проходом следует процедура выключения, обеспечивающая заполнение концевой кратера.

Система имеет иерархическую структуру с распределением функций по пяти иерархическим уровням: 1 — управление рабочим органом робота; 2 — управление функциями-примитивами; 3 — управление движениями по траекториям заданной формы; 4 — управление сварочным модулем; 5 — управление системой.

Простые операции выполняются на нижнем уровне иерархической структуры. Команды сложных задач вводятся на высших уровнях иерархии и в результате порождаются сигналы управления рабочими органами робота. Иерархическая организация структуры системы обеспечивает разделение труда, что упрощает разработку аппаратных средств и программного обеспечения. Конструирование всех уровней иерархии системы проводилось с использованием методов структурного программирования.

На каждом уровне управления используется входная информация для вызова соответствующих подпрограмм следующего более низкого уровня управления, т.е. для обеспечения ветвления. Следовательно, для введения дополнительной команды или использования другого типа датчика требуется введение новой подпрограммы.

Литература:

1. Поезжаева, Е.В. Теория механизмов и механика машин. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч. / Е.В. Поезжаева. — Пермь: Изд-во Перм. Гос. тех. ун-та, 2009. — Ч.3. — 164 с.
2. Поезжаева, Е.В. Теория механизмов и механика машин. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч. / Е.В. Поезжаева. — Пермь: Изд-во Перм. Гос. тех. ун-та, 2009. — Ч.2. — 185 с.
3. Поезжаева, Е.В. Разработка концепции адаптивного отслеживания шва в реальном времени для роботизированной сварки/ Е.В. Поезжаева А.А. Сергеев, М.Н. Мисюров // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С.214–218.

Автоматизированное конструирование одежды по заказам населения

Солиев Искандар Содикович, преподаватель
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Сфера производства одежды нуждается сегодня в высококвалифицированных специалистах, способных в минимальные сроки проектировать изделия, экономически целесообразные для производителя и удовлетво-

ряющие растущие эстетические запросы потребителей. В связи с этим современный специалист в области проектирования одежды должен обладать арсеналом современных знаний и практическими навыками, по-

зволюющими ему успешно решать задачи мобильного реагирования на потребности рынка.

Значительная роль в деле увеличения производительности и эффективности труда принадлежит автоматизации и, в частности, одному из мощных средств автоматизации — ЭВМ. Системы автоматизированного проектирования (САПР) — признанная область применения вычислительной техники.

Автоматические устройства графического ввода информации (УГВ) преобразуют в цифровой код ЭВМ начертания линий и символов, нанесенных на бумагу, кальку, фотопленку или другой носитель. Автоматические УГВ работают на принципе сканирования и слежения. В сканирующих устройствах поле чертежа просматривается построчно с фиксацией координат точек, в которых сканирующий луч пересекает линию. В следящих устройствах рабочий орган отслеживает линию, перемещаясь по контуру, прогнозируя продолжение путем поиска ближайших точек линий при случайном сходе. Общим для

устройств обоих типов является использование фотоэлектрического эффекта. Оба случая применимы лишь для кодирования сравнительно несложных рисунков.

Более широкое распространение получили устройства полуавтоматического ввода графической информации. Это объясняется участием человека в процессе распознавания элементов чертежа. В нашей стране выпускаются полуавтоматические кодировщики графической информации оптические (ПКГИО) и «Гарни-2», входящие в комплект комплекса АРМ-1.

ПКГИО с микропрограммным управлением предназначен для получения описания чертежа или текстового документа. Размер рабочего поля 850x618 мм, погрешность 0,1 мм. Информация задается в абсолютных координатах с помощью магнитного карандаша или оптического регистрирующего устройства. Тип элементов чертежа (точка, вектор, дуга, окружность, кривая) и тип линии (сплошная, основная, пунктирная, размерная и др.) устанавливаются на клавиатуре.

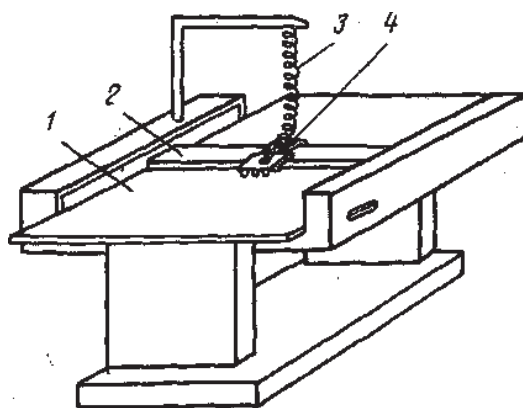


Рис. 1. Конструкция планшетного чертежного автомата:
1 — планшет; 2 — траверса; 3 — гибкий провод; 4 — каретка

Устройства ввода-вывода графической информации. Устройства ввода-вывода графической информации — графические дисплеи — служат основой интерактивных графических систем. В подавляющем большинстве дисплеев для формирования графического изображения используется электрон — лучевая трубка.

Ввод графической информации в дисплеях может осуществляться с помощью светового пера, графического планшета координатных потенциометров, управляющих перемещением экрану перекрытия (курсора) или иного рабочего органа ввода информации. Наибольшее распространение получило световое перо. Оно состоит из фотоэлемента и оптической системы, фокусирующей на фотоэлемент свет от светящейся точки экрана. Так как в любой момент времени луч электронно лучевой трубки находится определенной точке экрана, то может быть однозначно определен элемент изображения, который указывает перо. Выделенный таким образом элемент изображения может быть сдвинут, повернут, стерт и т.п. Световое перо

позволяет оперативно видоизменять и редактировать графическое изображение. Реже оно применяется для рисования изображения путем слежения за его траекторией.

В системах автоматизированного проектирования наибольшее распространение получили электромеханические чертежные автоматы-графопостроители. Графопостроители являются устройствами с числовым программным управлением. Они бывают двух типов: планшетные и рулонные (рис. 1,2).

В планшетном графопостроителе пишущий узел перемещается в двух взаимно перпендикулярных направлениях относительно неподвижного планшета, где размещен носитель чертежа любого типа и формата.

В графопостроителях рулонного типа пишущий узел перемещается только в горизонтальном направлении, а ведущий барабан перемещает бумагу по вертикали. Преимущество графопостроителя этого типа заключается в том, что рабочее поле практически не ограничено по длине.

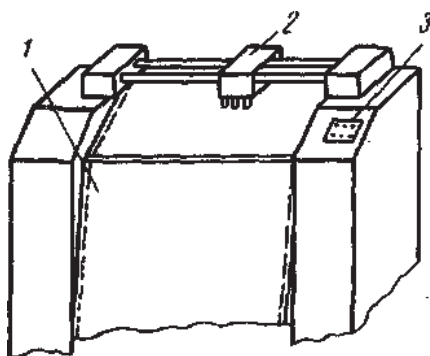


Рис. 2. Конструкция рулонного чертежного автомата:
1 — рулонная бумага; 2 — каретка; 3 — панель пуска

Автоматизированное рабочее место конструктора. Для создания САПР швейных изделий представляет интерес комплекс АРМ-1. Он имеет восемь модификаций, отличающихся типом базовой ЭВМ и составом периферийных устройств. В качестве базовой ЭВМ используются управляющие вычислительные комплексы СМ-1403 и СМ-1407. Комплекс АРМ-1 имеет два режима работы; автономный и режим взаимодействия с САПР, построенный

на базе ЭВМ Единой системы (ЕС-1022, ЕС-1033 и ЕС-1045).

Основным элементом базового программного обеспечения АРМ-1 является дисковая операционная система ДОС АРМ, которая предназначена для организации решения прикладных программ в режиме мультипрограммирования. Основным языком программирования, входящим в состав ДОС АРМ, является язык Фортран.

Литература:

1. Г.П. Бескоровайна Конструирование одежды для индивидуального потребителя. Учеб. Пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2004.
2. Бескоровайна, Г.П. Совершенствование конструкторской подготовки производства одежды по заказам населения на основе использования ЭВМ. М.: МТИ, 1990.
3. Доценко, Н.Ю., Бескоровайна Г.П. Совершенствование процесса автоматизированного проектирования одежды // Прогрессивная техника и технология, системы управления и автоматизированного проектирования в текст, и легк. пром-сти. М.: МТИ, 1990. с. 13–14.
4. Норенков, И.П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем. М., 1986.
5. Норенков, И.П. Система автоматизированного проектирования//Принципы построения и структура. М., 1986. 127 с.

Исследование и применение eye-tracking технологии на человеке

Спирин Илья Андреевич, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В данной статье рассмотрены основные вопросы и понятия, связанные с дистанционным слежением за взглядом человека и интерпретации данных с устройства eye-tracker.

Ключевые слова: eye-tracker, слежение, движение взгляда, глаза.

Eye-tracking — это такая технология, позволяющая отслеживать, записывать и фиксировать движение взгляда человека с помощью специального оборудования. Данный прибор называется eye-tracker, он состоит из нескольких вмонтированных камер и инфракрасных ламп. Лучи инфракрасных ламп направлены на глаза человека и образуют на поверхности роговицы блики. По ним

и фокусируются камеры, которые фиксируют движение взгляда по экрану. Затем устройство рассчитывает угол зрения и записывает полученную информацию на компьютер. Микросхема данного оборудования изображена на рисунке 1.

Человеческие глаза имеют много общего с тем, как работает фотоаппарат: свет, отраженный от объекта прони-

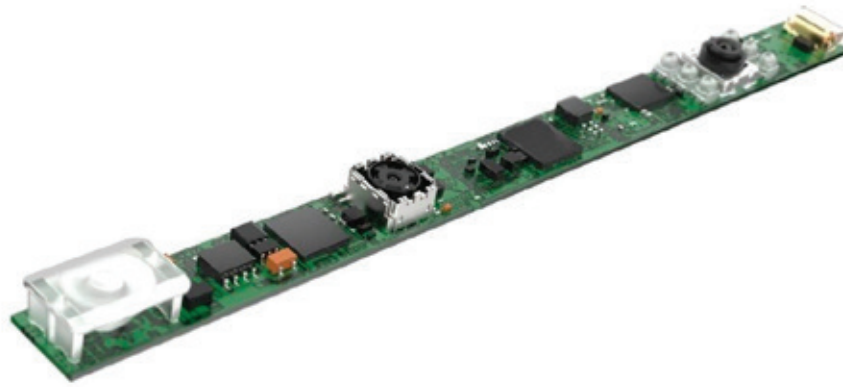


Рис.1. Микросхема eye-tracker

кает в наши глаза через линзу. Эта линза концентрирует и проецирует свет на светочувствительной поверхности, расположенной на заднем плане закрытой камеры. Однако, в отличие от фотокамеры, чувствительность поверхности света фиксируется с помощью сетчатки глаза не везде отчетливо. Чем меньше угол фиксации взгляда, тем более отчетливо человеческий глаз видит отраженный свет. Большая часть нашего зрительного поля (периферическая зона) лучше приспособлена к низкой освещенности, как для обнаружения движения, так и для регистрации контрастов между цветами и формами. Поэтому изображение, находящееся в данной области размыто и менее красочно. Между двумя областями контрастности находится область перехода под названием парафовеальная область, в которой изображение постепенно становится все более размытым.

Для получения более четкой картинку, наши глаза оснащены легкими рецепторными клетками, называемые конусами, которые составляют около 6% от общего числа легких рецепторных клеток в наших глазах. В человеческом глазу существуют клетки трех различных видов: клетки, которые регистрируют синий, зеленый и красный цвета. Для обеспечения более четкой картинку, конусы требуют больше света, для того, чтобы функционировать.

Следовательно, когда мы смотрим на вещи, когда вокруг нас темно, то мы теряем способность видеть цвета. Конусы чаще всего расположены в одном месте, где они плотно упакованы, чтобы обеспечить четкую, как изображение, картинку.

Основываясь на приведенных выше исследованиях, было разработано устройство под названием eye-tracker. Процесс отслеживания взгляда, с технической точки зрения, разделенной на две части: запись движения глаз и представление интерпретации пользователю в графическом виде. В то время как eye-tracker записывает образец движений взгляда, программное обеспечение, установленное на компьютере, отвечает за интерпретацию данных. Принцип работы прибора состоит в том, что зрачок испытуемого человека малозаметно подсвечивается инфракрасным светом, при этом несколько высокоточных компактных камер постоянно записывает зрачок респондента. Схема работы устройства показана на рисунке 2.

Благодаря высокой точности камер положение зрачка распознается с точностью 10 пикселей, что обеспечивает угловую точность распознавания — 0,5 градусов. Значение данной точности достаточно для выполнения теоретических и научных маркетинговых исследований. После распознавания, координаты зрачка непрерывно записы-



Рис.2. Схема работы прибора eye-tracker

ваются в базу, впоследствии данные анализируются и составляются визуальные, качественные и количественные отчеты для маркетологов.

При проведении испытаний высокоскоростные камеры непрерывно снимают ваше лицо, отображают на кадрах глаза и методом триангуляции определяют положение обоих глаз в пространстве относительно eye-tracker. По взаимному расположению центра зрачка и отражений от инфракрасной подсветки определяется направление взора для каждого глаза.

Перед проведением испытания пользователь проходит через процедуру калибровки оборудования. Во время этой процедуры, eye-tracker измеряет характеристики глаза пользователя и вычисляет данные движения взгляда. Эти данные включают в себя информацию о формах, преломление света и отражающие свойства различных частей глаза. Во время калибровки пользователя просят посмотреть на определенные точки на экране, известные как калибровочные точки. В течение определенного периода времени испытуемый следит за перемещением данных точек по экрану, а eye-tracker собирает и анализирует поступившую информацию. Полученная информация позволяет рассчитать расстояние и интегрировать для каждого образца наиболее точную запись движения взгляда по изображению. Когда процедура закончена качество калибровки иллюстрируется зелеными линиями разной длины. Длина каждой строки представляет собой смещение между каждой точкой взгляда и центром калибровочной точки.

При проведении испытания возникает вопрос о том, как влияет моргание человеческих глаз на слежение. Моргание — это непроизвольный акт закрытия и от-

крытия век человека. Во время каждого моргания зрачок закрывается веком, в итоге инфракрасный луч не попадает на зрачок, поэтому eye-tracker теряет данные координаты точек X и Y. Во время анализа фиксации eye-tracker может удалять незаписанные координаты точек и экстраполировать данные правильно. Когда веко открывается, то eye-tracker снова записывает отражение инфракрасного луча. При условии, что движение головы находится в пределах спецификации eye-tracker, устройство может выдавать информацию на экран о моргании за счет необработанных данных, собранных с помощью eye-tracker.

Есть несколько факторов, которые могут повлиять на точность результатов отслеживания взгляда: процедура калибровки, освещенность и дрейф. Дрейф — это постепенное снижение точности данных eye-tracker по сравнению с истинным положением глаз. Дрейф может быть вызван различными факторами, такими как физиология глаза (например, степени влажности, слезы) и изменения в окружающей среде (например, вариации солнечного света). Тем не менее, проблема дрейфа становится незначительной, если испытание проходит не долго. В этом случае частая переоценка снятых показаний ослабевает. Сегодня многие eye-tracker способны хорошо справляться с искажением точности, однако резкие изменения в физиологии глаза или окружающей среды во время отслеживания взгляда может производить значительное влияние.

Однако современные eye-tracker настолько оснащены, что могут записывать саккады и фиксации, размеры зрачка и другие полезные данные с высокой точностью. Данный прибор может обнаружить движение зрачка с точностью менее миллиметра. Средняя погрешность угла зрения со-

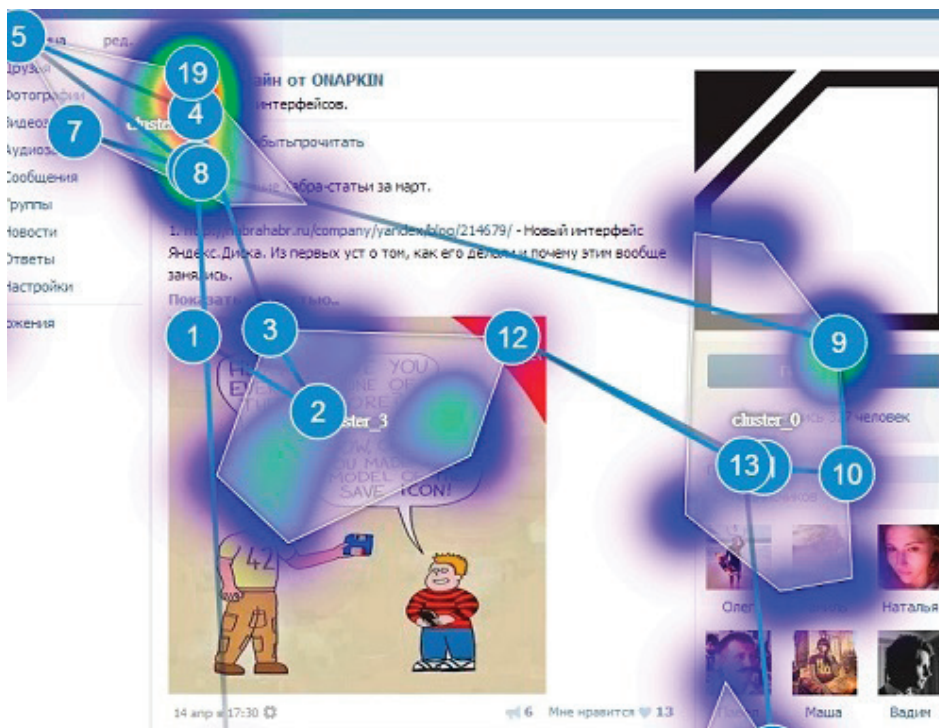


Рис. 3. Графическое представление перемещения взгляда

ставляет около 0,5 градусов, это означает, что система способна определять позицию взгляда на экране примерно меньше 10 мм.

Основной результат, получаемый с помощью eye-tracking, является графическими картами, которые можно наблюдать как в реальном режиме времени, так и в ходе последующего анализа. Основными графиками, интерпретированными с помощью данного оборудования, являются «карта взора», «тепловая карта» и «зоны интересов», которые представлены на рисунке 3.

Каждая фиксация взгляда отображается в виде окружности, диаметр которой связан с величиной длительности фиксации. Анализ «карты взора» позволяет выделить последовательность обращения человека к тем или иным элементам интерфейса, а также оценить, в какой момент

времени зафиксирован определенный элемент. Анализ «тепловой карты» позволяет узнать, какие области больше всего захватывают внимание человека и где стоит размещать более важную информацию. Если проанализировать «зоны интересов», то с помощью eye-tracker можно узнать больше о тех областях, которые больше всего интересуют заказчика.

Eye-tracking является важным инструментом, который показывает объективный метод, позволяющий увидеть, где находится визуальное внимание человека. Однако, как и в других аналитических методиках, в eye-tracking необходимо понимать цели исследования, иметь четкое представление методики и адекватный контекст, если хотим правильно понять и интерпретировать данные полученные с помощью современного устройства.

Литература:

1. Anderson, J. R., 1995. Visual attention. In Cognitive Psychology and its Implications. Ed. W H Freeman & Company New York, 4th Edition, pp. 81–105.
2. Ehmke, C., Wilson S., 2007. Identifying Web Usability Problems from Eye-Tracking Data. In People and Computers XXI — HCI, but not as we know it: Proceedings of HCI 2007. Ed. Ball L.J., Sasse M.A., Sas C., Ormerod A., Dix A., Bagnall P., Ewan T., British Computer Society, pp. 109–116.
3. Статья [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/73501/> (дата обращения 15.01.2016)
4. Tobii Eye Tracking. An introduction to eye tracking and Tobii Eye Trackers, 2010 [electronic resources] — mode of access: <http://www.acuity-ets.com/downloads/Tobii%20Eye%20Tracking%20Introduction%20Whitepaper.pdf>
5. Rayner, K., 2009. Eye Movements and Visual Encoding During Scene Perception. Psychological Science, Vol. 20, Nr 1, pp. 6–10
6. The eye tribe technology [electronic resources] — mode of access: <http://theyetribe.com>
7. Spakov, O., 2008 iComponent Device-Independent Platform for Analyzing Eye Movement Data and Developing Eye-Based Applications. Doctoral dissertation. Acta Electronica Universitatis Tamperensis, 725.

Разработка программы для процесса контроля качества целлюлозно-бумажной продукции

Спирин Илья Андреевич, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В данной статье рассмотрен анализ процесса контроля качества изготовленной продукции на примере целлюлозно-бумажного предприятия, в результате рассматриваются функциональные модели. Выявлены проблемы и определяются пути решения процесса контроля качества. Разработано техническое решение программы для контроля качества бумажных изделий.

Статья актуальна на сегодняшний день, так как на многих целлюлозно-бумажных предприятиях контроль качества показателей проводится вручную лаборантами, тем самым делая процесс изготовления бумаги затратным по времени. При этом несвоевременное выявление возникающих отклонений показателя качества от нормативных значений может способствовать появлению брака, что приводит к неэффективному процессу контроля качества изготовленной бумажной продукции.

Целью статьи является продемонстрировать разработку проекта автоматизированной системы контроля качества, направленной на снижение трудоёмкости процесса оценки качества и повышение эффективности данного процесса.

Объектом анализа является процесс контроля качества на примере целлюлозно-бумажной промышленности. На данном объекте рассматриваются 3 основных показателя для контроля качества изготовленной бумаги: сорность, белизна и непрозрачность [4].

Процесс контроля качества начинается с отбора проб и заканчивается формированием отчета. Процесс контроля качества также включает в себя подготовку к испытаниям, проведение испытаний и обработку результатов. На рисунке 1 показан верхний уровень процесса контроля качества с помощью IDEF-методологии [1].

Для реализации процесса контроля качества требуются входные данные в виде неподготовленных образцов бумаги. На выходе процесса контроля качества бумаги составляется отчет о выполненной работе, протокол, и рекомендации на улучшение показателей и использо-

ванные образцы. Для управления процессом контроля качества используется методики вычисления сорности, вычисления белизны, вычисления непрозрачности и контроля качества, а также технические условия газетной бумаги. Процесс контроля качества газетной бумаги содержит в себе следующие ресурсы: измерительно-вычислительные приборы, фотометрический прибор, шаблон для определения сорности, черная подложка для расчета непрозрачности и дополнительные программные средства. При выполнении контроля качества задействованы кадры, а именно: лаборант и начальник цеха.

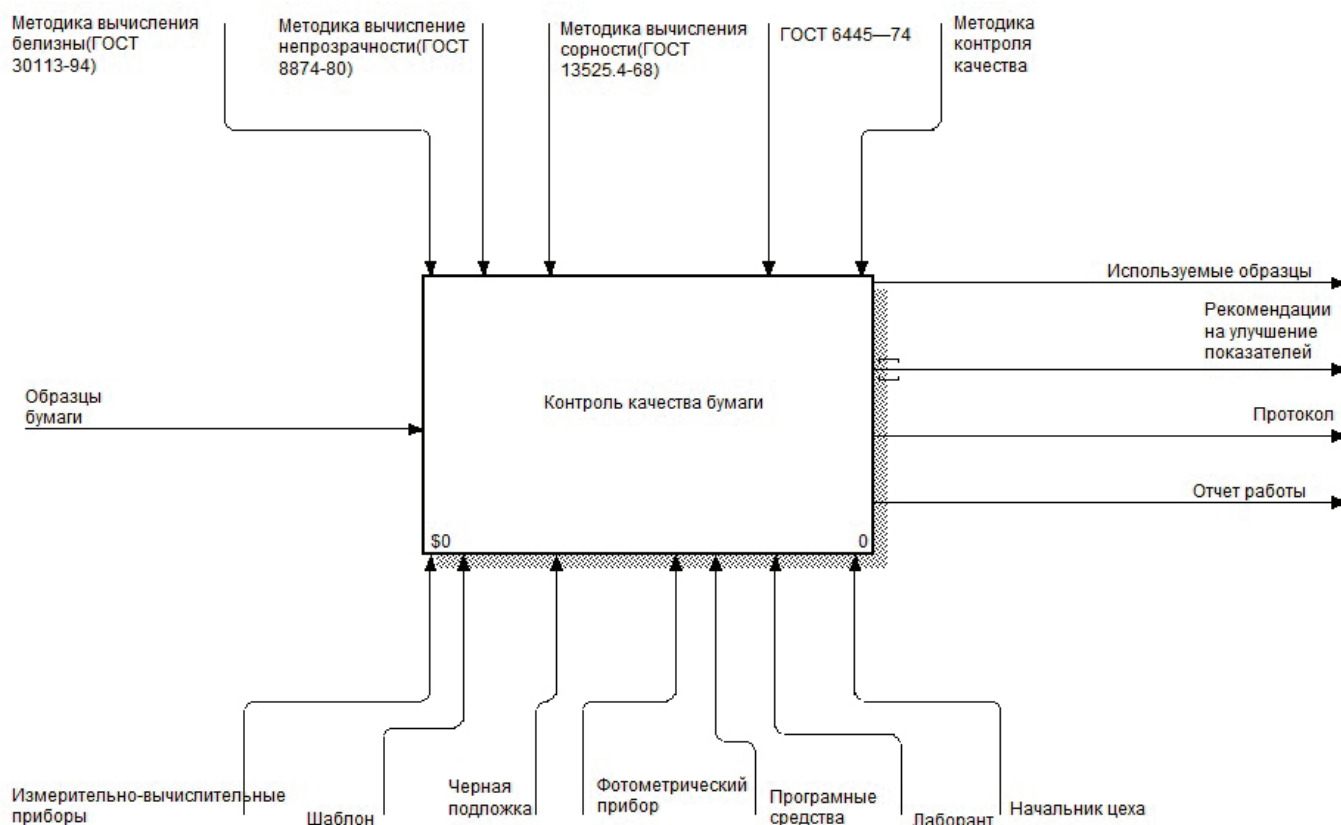


Рис. 1. Верхний уровень АО процесса контроля качества

В результате работы был проведен структурный анализ процесса контроля качества бумажной продукции. С помощью IDEF-методологии декомпозируем одну из подфункций контроля качества представленную на рисунке 2. Проведение испытаний состоит из трех подфункций: расчет показателей, выключение оборудования и уборка рабочего места. На вход для расчета показателей поступают три подготовленных вида образцов. Затем после расчета показателя появляется использованное оборудование, которое необходимо выключить. Затем после выключения оборудования идет уборка рабочего места.

Как показывает структурный анализ всех подфункций контроля качества, основные проблемы контроля связаны с расчетом показателей [5]. Однако есть и ряд других актуальных проблем:

- многофункциональный этап «подготовки к испытаниям» для определения показателя;
- трудоёмкий процесс вычисления показателей;
- большая погрешность расчета сорности [5];
- временные затраты из-за расчета показателя сорности вручную;
- несвоевременное выявление брака может способствовать появлению не соответствующей по нормам бумаги.

Для устранения этих недостатков предлагается разработать и внедрить автоматизированную систему контроля качества, которая будет рассчитывать ряд показателей и на выходе выдавать готовые результаты для сравнения их со значениями, регламентированными нормативно-технической документацией.

При разработке данной системы было проведено построение модели «как будет» с помощью IDEF-

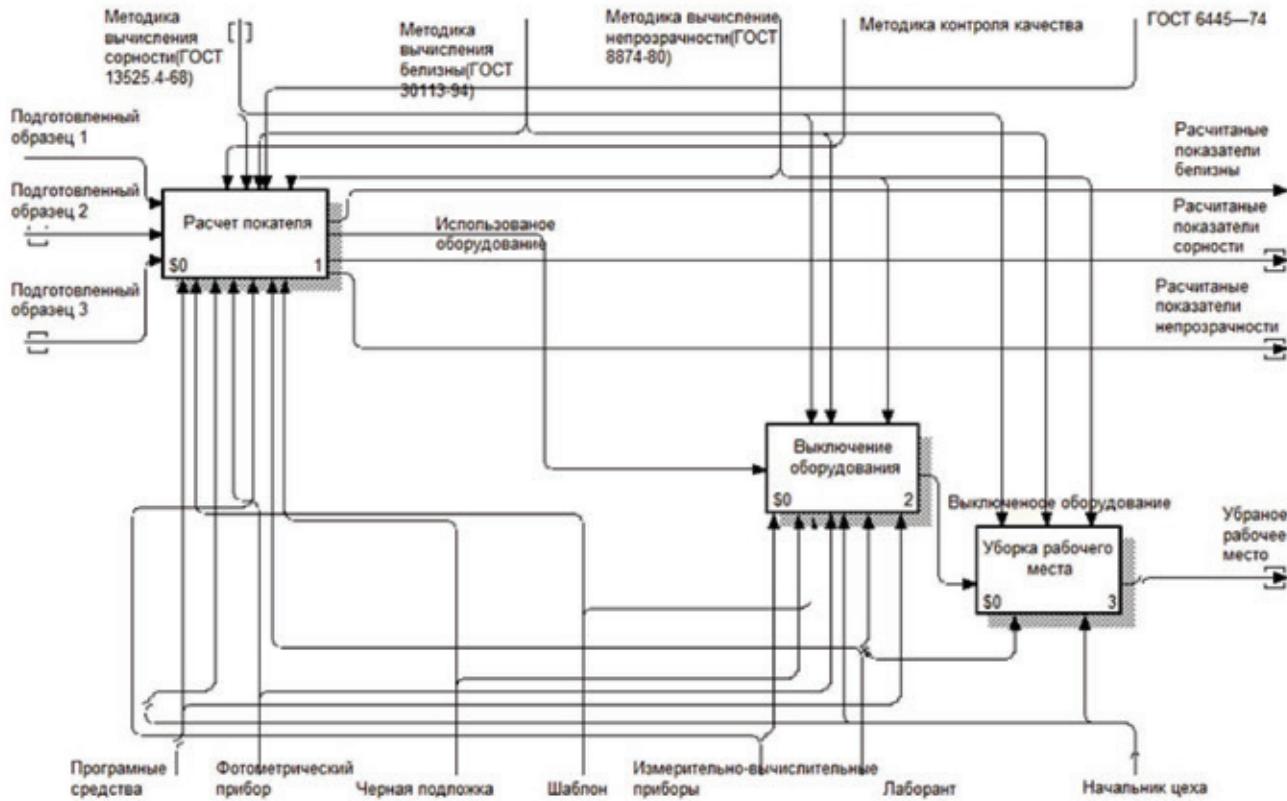


Рис. 2. Декомпозиция функции «проведение испытаний»

методологии. Представим на рисунке 3 одну из важнейших измененных подфункций процесса контроля качества. В данной функции идет три параллельных этапа: подготовка образцов для определения белизны, подготовка образцов для определения сорности, подготовка образцов для определения непрозрачности. На вход каждому поступает свои отобранные образцы. В результате подготовки на выходе получаем три вида подготовленных образцов для каждого испытания. На каждом этапе добавляется обратная связь для устранения возникших во время процесса ошибок. Если на этапе «запись показателя» ошибку обнаружили, то для каждого показателя идет сигнал о том, что необходимо перемерить данное значение. Этот сигнал обрабатывается с помощью специального блока системы менеджмента качества СМК. В данном блоке идет выявление причины ошибки и происходит отправка сигнала о повторном измерении показателя, так же вместе с этим сигналом подается документ, в котором указывается решение данной проблемы. Это позволяет избежать заикливания обратной связи.

После построение моделей предложено разработать ряд решений по обеспечению автоматизированной системы. Одним из важных видов обеспечения является разработка технического обеспечения. На рисунке 4 показана автоматизация процесса контроля качества.

В состав автоматизированной системы входят следующие технические средства: база данных, высокоточный

сканер, персональный компьютер с программой идентификации и контроллер для исполнительного механизма.

Также является важным разработка решений по информационному обеспечению. База данных системы выполнена в виде набора взаимосвязанных реляционных таблиц и вспомогательных объектов базы данных, обеспечивающих корректную обработку и хранение данных. Организаций данных на дисках и доступ к хранимой информации обеспечиваются средствами локальной сети и базы данных, входящих в состав программного обеспечения комплекса технических средств.

Перед созданием программного обеспечения в среде разработки MATLAB, данные алгоритмы были разработаны и апробированы с помощью программы LabVIEW. Сравнивая две среды разработки, можно сделать вывод о том, что более удобной средой разработки является среда моделирования MATLAB, поскольку в ней более широко представлен функционал для анализа и коррекции изображений, чем в LabVIEW. Также одним из достоинств системы MATLAB можно отнести свободный доступ к необходимой литературе, например, по работе с инструментом Image Processing Toolbox. Подробнее о разработке данного программного обеспечения можно прочитать в других статьях автора.

В результате статьи рассмотрены функциональные модели процесса контроля качества бумажных изделий, выявлены проблемы и рассмотрены технические решения для предприятий целлюлозно-бумажной отрасли. Со-

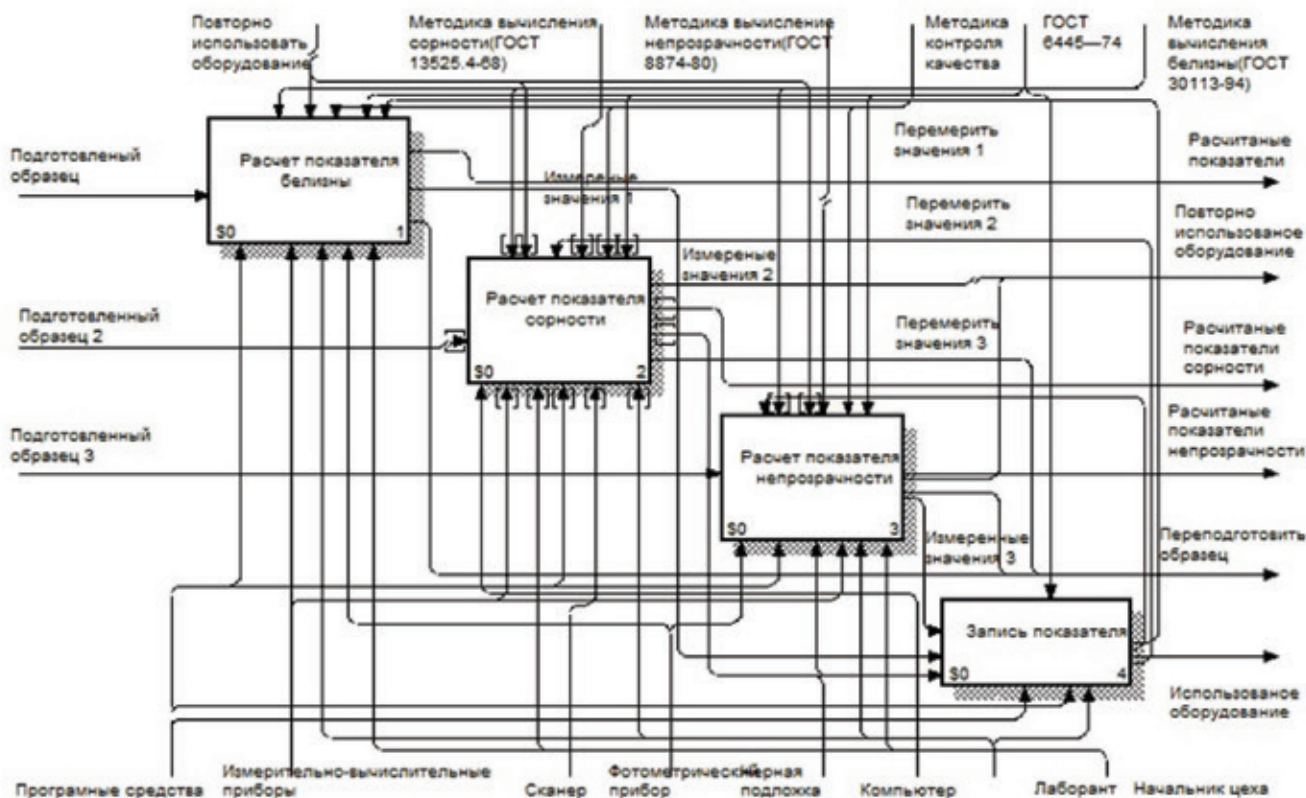


Рис. 3. Обновленная функция «расчет показателей»

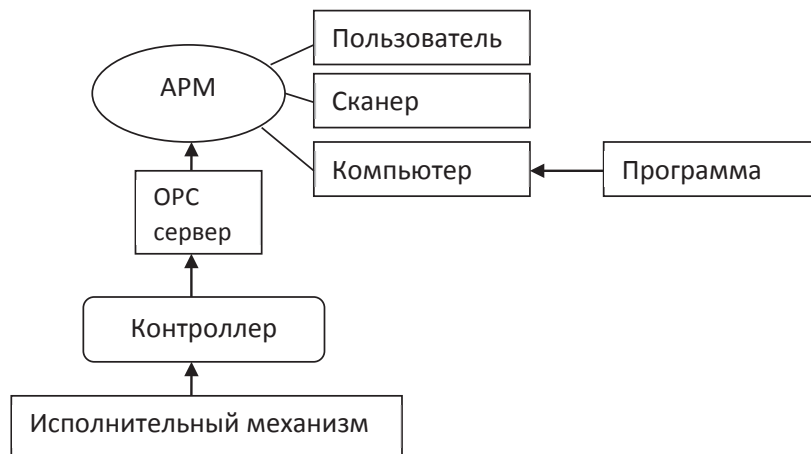


Рис. 4. Схема автоматизации процесса контроля качества

ставлен проект и опытный образец автоматизированной системы контроля качества бумажной продукции для уве-

личения эффективности и уменьшения трудоёмкости данного процесса.

Литература:

1. Бахтизин, В.В., Глухова Л.А. Методология функционального проектирования IDEF0. — Минск: БГУИР, 2003. — 24 с.
2. Фатхутдинов, Р. А. Инновационный менеджмент 6-е изд., испр. И доп. — СПб.: 2008. — 448 мис.
3. Цешковский, Э.В., Пиргач Н.С., Ерашкин Н.С. и др. Справочник по автоматизации целлюлозно-бумажных предприятий. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Лесн. пром-сть, 1989. — 368 с.
4. Фляте, Д.М. Свойства бумаги. — М.: Лесная промышленность, 1986. — 680 с.
5. ГОСТ 13525.4-68. Бумага и картон. Метод определения сорности. Введ. 01.01.1970. — М.: Изд-во стандартов, 2007. — 4 с.

Контроль за изменением состояния линии кольцевой сети

Суров Леонид Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент;
 Филиппов Вадим Владимирович, кандидат технических наук, доцент;
 Фомин Игорь Николаевич, инженер
 Орловский государственный аграрный университет

Статья посвящена новому способу получения информации дистанционно в режиме реального времени, контроля за изменением состояния условно-замкнутой кольцевой сети. Сельские распределительные сети напряжением 10 кВ являются протяженными, с подключением их потребителей всех категорий. Для обеспечения питания от второго независимого источника для потребителей I категории, в отдельных случаях, две линии, питающихся от разных источников, соединяют сетевым пунктом автоматического включения резерва. Выключатель этого пункта в нормальном режиме работы отключен, а при возникновении аварийной ситуации на головных участках линий, он включается и такую информацию необходимо получить в режиме реального времени. Это позволит повысить надежность электроснабжения, экономическую эффективность сельскохозяйственного производства за счет уменьшения ущерба от недоотпуска электрической энергии.

Ключевые слова: головной выключатель, секционирующий выключатель, короткое замыкание, датчик рабочего тока, автоматическое включение резерва, блок обработки информации, регистрирующее устройство.

Change control ring network line status

Surov Leonid Dmitrievich, kand.tehn.nauk.dots.;
 Filippov Vadim Vladimirovich, kand.tehn.nauk.dots.;
 Fomin Igor Nicolaevich, engineer,
 Orel State Agrarian University

The article is devoted to a new method of obtaining information remotely in the real-time mode, control of the state change of the conditional closed ringed network. Rural distributive networks of 10 kV are extended, with the connection of their all categories consumers. To ensure the power supply from the second independent source for the consumers of the 1st category, in some cases, two lines supplied from the different sources are connected with the network unit of the automatic transfer switch. The switch of this unit is switched-off in the normal operating mode, and at emergence on the first sites of the lines, it switches on and such information should be received in the real-time mode. It will allow to increase the reliability of power supply, the economic efficiency of agricultural production due to the reduction of the losses from the undersupply of the electric energy.

Keywords: head switch, sectionalizing switch, short-circuit, the sensor operating current, switch-reserve information processing unit, a recording device.

В отдельных случаях, с целью повышения надежности электроснабжения, две воздушные линии, питающиеся от разных шин одной двухтрансформаторной подстанции или от разных источников питания, соединяют с помощью сетевого пункта автоматического включения резерва (АВР). При этом линии секционированы и имеется возможность отключения отдельных участков на которых могут происходить одно или двухфазные короткие замыкания (КЗ). Выключатель сетевого пункта АВР в нормальном режиме работы сети находится в отключенном состоянии, а при возникновении аварийных ситуаций он может успешно или неуспешно включиться. Сетевые пункты АВР находятся на значительном расстоянии от трансформаторной подстанции и обслуживающий персонал информацию об изменении схемы кольцевой сети получает по косвенным признакам (например, по теле-

фонным звонкам об отсутствии напряжения у отключенных потребителей). Для получения информации об изменении схемы кольцевой сети необходимо проверить состояния секционирующих выключателей и выключателя пункта АВР путем выезда на места их установки. С целью своевременного получения информации об изменении состояния линии кольцевой сети разработан способ контроля успешного или неуспешного включения выключателя сетевого резерва с определением отключившихся выключателей и поврежденного участка линии кольцевой сети [1].

Известен способ контроля успешного включения пункта АВР в кольцевой сети, заключающийся в том, что начинают отсчет с момента появления первого броска тока КЗ на шинах трансформатора основного источника питания, равного выдержки времени включения пункта АВР. При этом в момент окончания отсчета времени

контролируют появление второго броска тока на шинах трансформатора резервного источника питания. И, если он больше нормального рабочего тока, но меньше тока КЗ, то при его появлении устанавливают факт успешного включения пункта АВР [2].

Недостатком известного способа является невозможность осуществления с его помощью контроля успешного или неуспешного включения выключателя сетевого резерва с определением отключившихся выключателей и поврежденного участка линии кольцевой сети.

Задачей рассматриваемого способа является расширение функциональных возможностей, путем получения информации об успешном или неуспешном включении выключателя сетевого резерва с определением отключившихся выключателей и поврежденного участка линии кольцевой сети.

Согласно разработанному способу, при появлении в линии основного источника питания первого броска

тока КЗ, измеряют время его протекания. С момента отключения тока КЗ отсчитывают время выдержки включения выключателя сетевого резерва, при этом в линии резервного источника питания контролируют появление второго броска тока. И, если в момент окончания отсчитываемого времени появляется бросок рабочего тока значением, определяемым нагрузкой резервируемого участка линии основного источника питания, а время протекания первого броска тока КЗ было равно времени выдержки срабатывания защиты головного выключателя (ГВ) линии основного источника питания, то делают вывод об отключении головного и секционирующего выключателей (СВ) и успешном включении выключателя сетевого резерва при повреждении участка линии, расположенного между отключившимися выключателями. А если появляется второй бросок тока КЗ, который через время выдержки срабатывания защиты с ускорением выключателя сетевого резерва отключится, а время протекания пер-

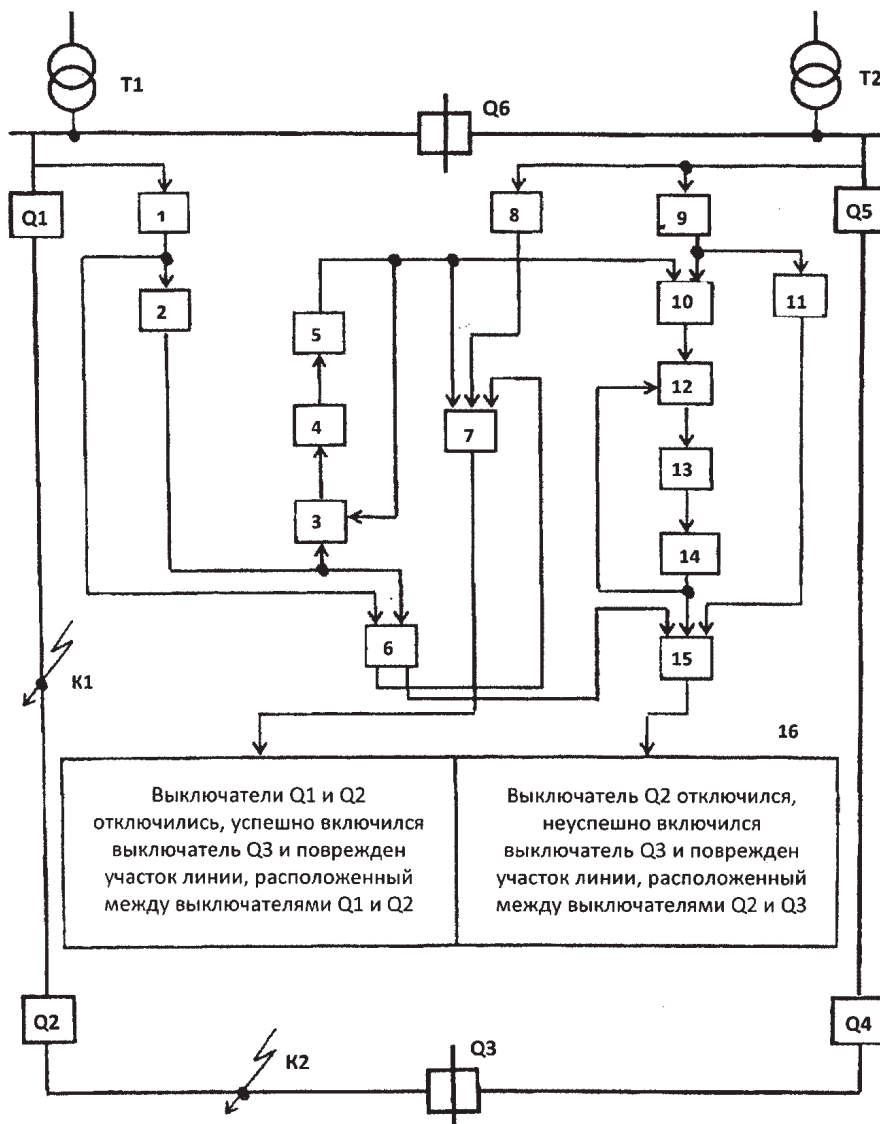


Рис. 1. Упрощенная однолинейная схема двухтрансформаторной подстанции и структурная схема контроля: T1 и T2 — силовые трансформаторы; Q1 и Q2 головные выключатели, Q2 и Q4 — секционирующие выключатели; Q5 — выключатель сетевого пункта АВР, K1 и K2 — точки короткого замыкания

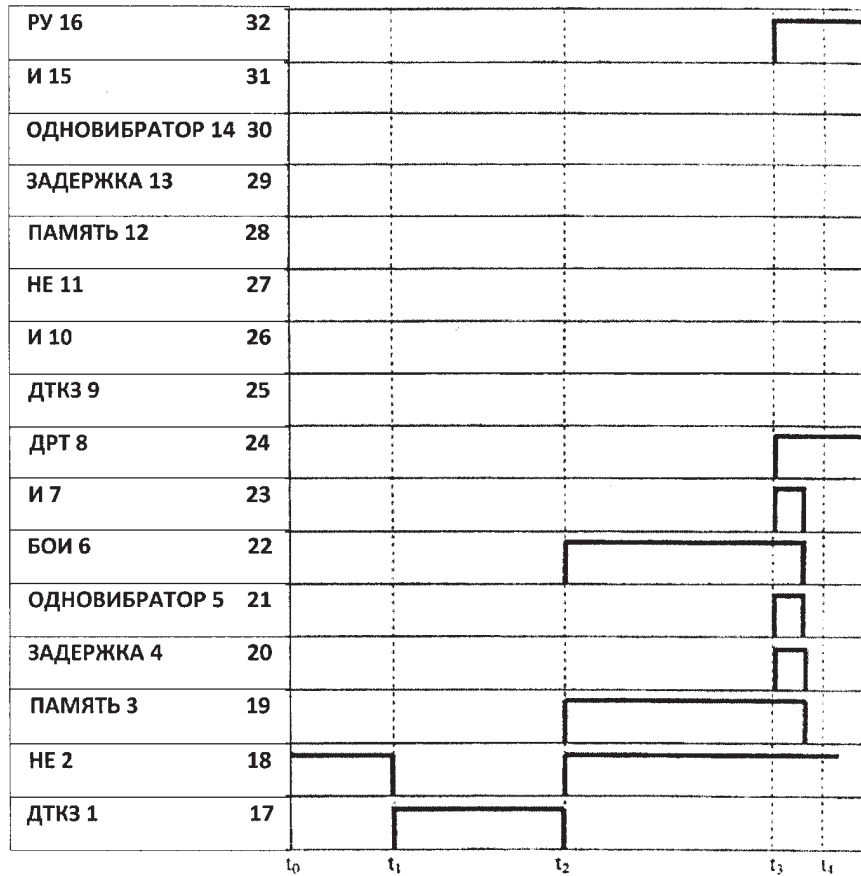


Рис. 2. Диаграммы выходных сигналов структурной схемы: t_1 — момент времени возникновения тока КЗ; t_2 — момент времени отключения тока КЗ; t_3 — момент времени включения выключателя Q3; t_4 — момент времени отключения с ускорением выключателя Q3, после его включения на КЗ в точке К2

вого броска тока КЗ было равно времени выдержки срабатывания защиты СВ, то делают вывод об отключении СВ и неуспешном включении выключателя сетевого резерва при повреждении участка линии основного источника питания, расположенного смежно с выключателем сетевого резерва.

Для реализации такого контроля разработана структурная схема, изображенная на рис.1.

Структурная схема, изображенная на рис.1, состоит из: датчиков тока короткого замыкания (ДТКЗ) 1 и 9; датчика рабочего тока (ДРТ) 8, элементов НЕ 2 и 11; ПАМЯТЬ 3 и 12; ЗАДЕРЖКА 4 и 13; ОДНОВИБРАТОР 5 и 14; И 7, 10, 15; блока обработки информации (БОИ) 6 и регистрирующего устройства (РУ) 16.

Диаграммы выходных сигналов структурной схемы при КЗ в точках К1 и К2 имеют вид (см. рис.2): 17 — на выходе элемента 1; 18 — на выходе элемента 2; 19 — на выходе элемента 3; 20 — на выходе элемента 4; 21 — на выходе элемента 5; 22 — на выходе элемента 6; 23 — на выходе элемента 7; 24 — на выходе элемента 8; 25 — на выходе элемента 9; 26 — на выходе элемента 10; 27 — на выходе элемента 11; 28 — на выходе элемента 12; 29 — на выходе элемента 13; 30 — на выходе элемента 14; 31 — на выходе элемента 15; 32 — в РУ 16.

Работа структурной схемы осуществляется следующим способом.

В нормальном режиме работы выключатели Q1, Q5, Q2 и Q4 включены, а выключатели Q6 и Q3 отключены. На выходах ДТКЗ 1 и 9 сигналов нет (рис.2, диаграмма 17 и 25), поэтому схема находится в режиме контроля.

При возникновении устойчивого КЗ, например, в точке К1, на выходе ДТКЗ 1 появится сигнал (рис.2, диаграмма 17, момент времени t_1), который поступит на первый вход БОИ 6, где запомнится момент его поступления, также этот сигнал поступит на вход элемента НЕ 2. При этом сигнал с его выхода исчезнет (рис.2, диаграмма 18).

По истечении времени выдержки срабатывания защиты ГВ 1 он отключится, при этом ток КЗ исчезнет (рис.2, диагр. 17, момент времени t_2) и сигнал на выходе элемента НЕ 2 появится вновь (рис.2, диагр. 18). Этот сигнал поступит на второй вход БОИ 6 и на вход элемента ПАМЯТЬ 3. БОИ 6 вычислит время протекания тока КЗ, сравнит его с временем выдержек срабатывания защит ГВ 1 и СВ 2 и определит отключившийся выключатель. В данном случае им будет ГВ 1. При этом с первого выхода БОИ 6 пойдет сигнал (рис.2, диаграмма 22), который поступит на третий вход элемента И 7 и будет сохраняться в нем до момента поступления сигнала на

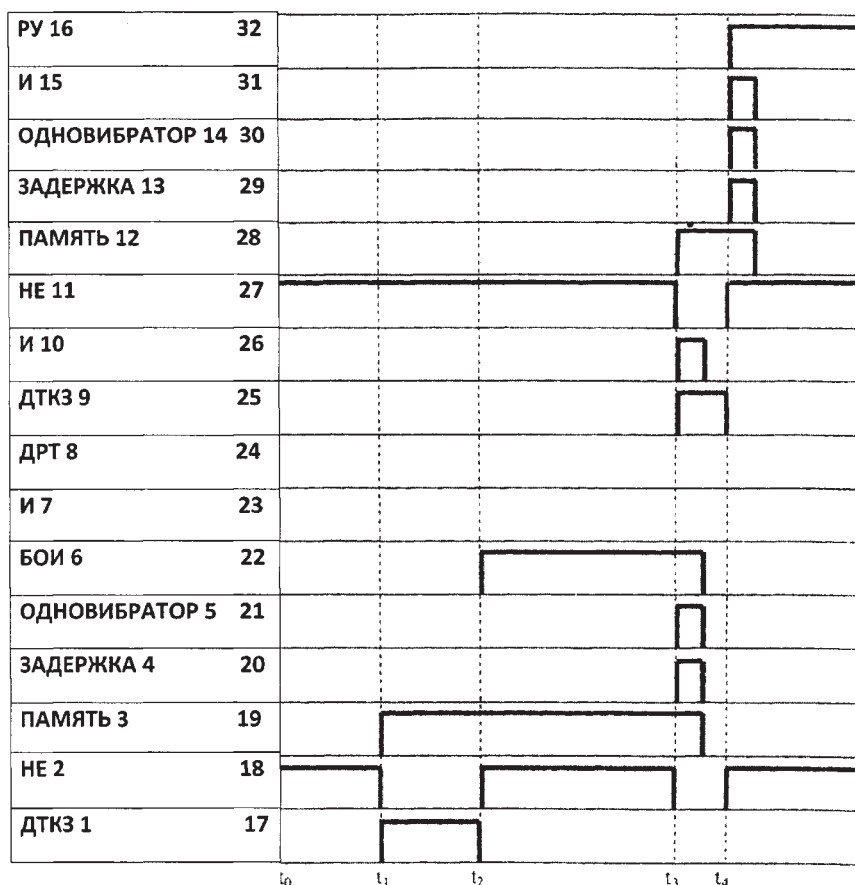


Рис. 3. Диаграммы выходных сигналов элементов структурной схемы контроля: t_1 — момент возникновения тока КЗ в точке К2; t_2 — время выдержки срабатывания защиты выключателя Q2; t_4 — момент времени отключения выключателя Q3

первый и второй входы этого элемента. Сигнал, поступивший на элемент ПАМЯТЬ 3, запомнится им (рис.2, диаграмма 19) и поступит на вход элемента ЗАДЕРЖКА 4. С выхода этого элемента сигнал появится через время выдержки включения выключателя 3 (рис.2, диаграмма 20, момент времени t_3) и поступит на вход элемента ОДНОВИБРАТОР 5. Он совершит одно колебание (рис.2, диаграмма 21), этот сигнал «сбросит» память с элемента 3 (рис.2, диаграмма 19) и поступит на первые входы элементов И 7 и 10. В этот момент времени (t_4) выключатель Q3 включится и подключит часть неповрежденной линии основного источника питания к линии резервного источника питания, при этом в последней возникнет бросок рабочего тока, обусловленный подключенной нагрузкой, и на выходе ДРТ 8 появится сигнал (рис.2, диаграмма 24), который поступит на второй вход элемента И 7. И 7 работает, появится его выходной сигнал (рис.2, диаграмма 23), он поступит в РУ 16, и там появится информация о том, что выключатели Q1 и Q2 отключились, успешно включился выключатель Q3 и поврежден участок линии, расположенной между выключателями Q1 и Q2.

Если устойчивое КЗ произойдет в точке К2, то работает защита выключателя Q2 и он отключится. При этом в момент времени возникновения КЗ t_1 на выходе ДТКЗ

1 появится сигнал (рис.3, диаграмма 17). Он поступит на первый вход БОИ 6 и запомнится им. Также он поступит на вход элемента НЕ 2, при этом с его выхода сигнал исчезнет (рис.3, диаграмма 18, момент времени t_1). В момент окончания времени выдержки срабатывания защиты выключателя Q2 (t_2) сигнал на выходе элемента НЕ 2 появится вновь (рис.3, диаграмма 18) и поступит на второй вход БОИ 6 и на вход элемента ПАМЯТЬ 3. БОИ 6 вычислит время протекания тока КЗ и так, как в данном случае оно будет равно времени выдержки срабатывания защиты выключателя Q2, то со второго выхода БОИ 6 на первый вход элемента И 15 поступит сигнал и сохраниться в нем до момента поступления сигналов на второй и третий входы этого элемента. Сигнал, поступивший на элемент ПАМЯТЬ 3, запомнится им (рис.3, диаграмма 19) и поступит на вход элемента ЗАДЕРЖКА 4, с выхода которого сигнал появится через время выдержки включения выключателя Q3 (рис.3, диаграмма 20) и поступит на вход элемента ОДНОВИБРАТОР 5. Он произведет одно колебание (рис.3, диаграмма 21), этим сигналом «сбросит» память с элемента 3 (рис.3, диаграмма 19) и поступит на первый вход элемента И 10. В этот момент времени (t_4) выключатель Q3 включится, причем включится на КЗ, поэтому в линии резервного источника

питания появится ток КЗ и появится выходной сигнал на ДТКЗ 9 (рис.3, диаграмма 25). Этот сигнал поступит на второй вход элемента И 10, и он сработает (рис.3, диаграмма 26). Сигнал элемента И 10 поступит на вход элемента ПАМЯТЬ 12, запомнится им (рис.3, диаграмма 28) и поступит на вход элемента ЗАДЕРЖКА 13. С выхода этого элемента сигнал появится через время выдержки срабатывания защиты с ускорением выключателя Q3 (рис.3, диаграмма 29) и поступит на вход элемента ОДНОВИБРАТОР 14. Он произведет одно колебание (рис.3, диаграмма 30), этот сигнал «сбросит» память с элемента 12 (рис.3, диаграмма 28) и поступит на второй вход элемента И 15. В этот момент времени (t_4) выключатель Q3 отключится. Ток КЗ исчезнет (рис.3, диаграмма 25, момент времени t_4), и появится сигнал на вы-

ходе элемента НЕ 11 (рис.3, диаграмма 27). Он поступит на третий вход элемента И 15, и этот элемент сработает (рис.3, диаграмма 31). Его выходной сигнал поступит в РУ 16 и там появится информация о том, что выключатель Q2 отключился, неуспешно включился выключатель Q3 и поврежден участок линии, расположенный между выключателями Q2 и Q3.

Таким образом, при использовании разработанного способа можно в режиме реального времени получать информацию об изменении состояния линии кольцевой сети при успешном или неуспешном включении выключателя сетевого резерва с определением отключившихся выключателей и поврежденного участка. Это позволит уменьшить ущерб за счет сокращения времени недоотпуска электроэнергии сельскохозяйственным предприятиям.

Литература:

1. Патент РФ № 2543067 С1, опубл. 27.02.2015 г. Бюл.№ 6.
2. Патент РФ № 2214667, опубл. 20.10.2003 г. Бюл.№ 20.

Устройство и приборы для регистрации максимальных и минимальных уровней воды в гидроузлах

Ташматов Хайит Каршиевич, кандидат технических наук, доцент;

Мукольянц Арсен Артемович, доцент;

Кенжаев Бахтиер Орзикулович, ассистент

Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Беруни (Узбекистан)

В статье рассматриваются устройства и приборы для контроля максимальных и минимальных пороговых значений уровней на гидроэлектрических станциях и обосновывается перспективность использования тепловых поплавковых датчиков уровня воды.

Ключевые слова: *уровнемеры, погрешности измерений, нижний и верхний бьефы, водомерная рейка, стока воды, электродные и тросово-поплавковые датчики.*

Измерение уровня жидкостей играет важную роль при автоматизации технологических процессов, особенно если поддержание уровня связано с условиями безопасной работы оборудования. Уровеньмеры могут использоваться либо для контроля отклонения уровня от номинального и в этом случае они имеют двустороннюю шкалу, либо для определения количества жидкости (в сочетании с известными размерами емкости) и в этом случае они имеют одностороннюю шкалу. В зависимости от условий измерения, характера контролируемой среды используются различные методы измерения уровня. Если нет необходимости в дистанционной передаче показаний, уровень жидкости можно измерять уровнемерами с визуальным отсчетом (указательных стекол). При необходимости дистанционного измерения уровня используются более сложные уровнемеры: гидростатические (дифманометрические и барботажные), буйковые и поплавковые,

емкостные, индуктивные, радиоизотопные, волновые, акустические, термокондуктометрические [1].

Погрешности измерений уровней воды в бьефах зависит как от места установки измерительных приборов, так и от их конструкции. Влияние места установки на точность измерений в большей степени относятся к первичному прибору, место для которого должно выбираться особенно тщательно. Желательно, чтобы в этом месте были минимальные ветровые и волновые колебания уровня воды, чтобы за счет скоростей потока не было местных (локальных) понижений или повышений уровней. Место установки должно быть удобным для осмотра прибора, по возможности защищенным от плавающих бревен, топляков, сора и др. Прибор должен обеспечивать надежную работу при ледоставе и не повреждаться при подвижке льда или ледоходе, при заиливании бьефов. Показания приборов должны характеризовать положение

уровня бьефа по всему фронту водосбросного сооружения или ГЭС. Последнее требование для правильного измерения напора в ряде случаев трудно выполнимо, особенно при широких бьефах, при которых не исключено, что в ряде мест, значительно удаленных от измерительного прибора, будет наблюдаться отклонение фактического положения воды от измеряемого.

Все перечисленные факторы обязательно должны учитываться при выборе и оборудовании приборами поста наблюдения за уровнем воды, что обеспечит получение надежных результатов и предохранит сами приборы от преждевременного выхода их из строя.

Погрешность измерения из-за приборов характеризуется из классом и условиями эксплуатации. Возможные погрешности из-за смещения нуля отсчета и из-за неправильной установки или наладки их не рассматриваются, так как они не характеризуют точность самого прибора, а свидетельствуют только о его неисправности, недостатках его наладки или эксплуатации. Периодическими ревизиями и калибровкой такие погрешности необходимо выявлять и устранять.

Установленные на гидроэлектростанции различные типы уровнемеров и перепадомеров имеют класс 2,0 и 2,5 и, как правило, не вызывают каких-либо серьезных претензий со стороны обслуживающего персонала. Опыт эксплуатации приборов, измеряющих уровни и напоры, показывает, что погрешности их обычно находятся в пределах класса точности, оцениваемые в $\pm (1-2)\%$ измеряемого напора.

В соответствии с требованиями уровни воды в бьефах, а также перепады напоров на сороудерживающих решетках должны измеряться приборами с дистанционной передачей информации на центральный пульт управления гидроэлектростанции. Системы измерения уровней воды в бьефах и перепадов напоров на решетках должны проверяться два раза в год-до и после прохождения паводка.

Отметки нулей водомерных реек или устройств должны быть приведены к единой системе отметок и периодически (не реже одного раза в 5 лет) проверяться нивелированием. Поэтому контроль за исправностью уровнемеров желательно рядом с первичным прибором устанавливать обычную водомерную рейку. Очень удобно рейка, установленная на самом гидротехническом сооружении-бычке, береговом устое и т.п. В реле случаев вместо установки водомерной рейки (когда имеется угроза ее повреждения) целесообразно измерительную шкалу нанести непосредственно на гидросооружение, используя несмываемую краску.

Сток воды, проходящей через створ гидроузла, складывается из расходов воды через гидроагрегаты; расходов, сбрасываемых через различные водопропускные сооружения (холостые водосбросы, шлюзы, промывные галереи и т.д.); расходов на фильтрацию и различного рода протечек (через не плотности затворов, закрытые направляющие аппараты гидротурбин, ворота шлюзов и т.п.) и расходов на собственные нужды. В общем ба-

лансе стока воды через гидроузел эти компоненты не равноценны. Подавляющее большинство ГЭС, особенно входящих в состав каскадов и имеющих водохранилища достаточного объема, пропускает в основном весь расход воды через гидротурбины. Водосбросные сооружения работают непродолжительное время в паводочный период или во время останова гидроагрегатов (планового или аварийного) и только в том случае, если отсутствует свободный объем водохранилища. На ряде ГЭС водосбросы включаются в работу даже не каждый год, а лишь в многоводные паводки.

Фильтрационные расходы воды под сооружениями гидроузла и через земляные плотины, а также протечки через не плотности затворов и закрытые направляющие аппараты гидротурбин, как правило, ежесуточно не измеряются, а принимаются в качестве постоянной составляющей. Фильтрационные расходы определяются расчетным путем или принимаются из проектных данных, или устанавливаются на основании опыта эксплуатации либо натурных испытаний. Следует отметить сложность определения данного вида расходов воды через створ гидроузла, а в некоторых случаях, когда истечение происходит под уровень, практическую невозможность их определения.

Суммарные фильтрационные расходы от всех видов протечек воды на ГЭС при исправных уплотнениях затворов и направляющих аппаратов гидротурбин обычно невелики и составляют незначительную часть общего расхода через гидроузел; в некоторых случаях эти расходы целесообразно не учитывать вообще, поскольку их значение находится в пределах точности измерений расходов гидротурбин и водосбросов. В случаях, когда протечки учитываются как постоянное значение (независимо от того, каким путем оно определяется), ошибка в учете стока воды от протечек практически не влияет на общую погрешность определения стока воды в створе гидроузла. Поэтому с точки зрения увеличения точности учета стока воды на ГЭС нецелесообразно рассматривать каждый фильтрационный расход в отдельности. Существующая в настоящее время практика учета этих расходов суммарным значением может быть рекомендована и в дальнейшем при составлении водного баланса ГЭС.

На малых ГЭС, где иногда фильтрационные расходы составляют значительную долю общего стока, рекомендуется натурное уточнение их значения.

Для правильного учета стока воды на ГЭС необходимо, чтобы эксплуатационный персонал знал, с какой точностью в тех или иных условиях работы ГЭС определяется среднесуточный расход воды. Для этого при составлении местных эксплуатационных инструкций необходима оценка погрешностей, как отдельных частей, так и всего суммарного расхода воды в створе гидроузла. Как показывает опыт эксплуатации, неправильно выбранная методика даже при наличии достоверных расходных характеристик гидроагрегатов и водопропускных сооружений приводит к значительным погрешностям в учете стока воды на ГЭС.

Электродные датчики просты, надежны и широко применяются для определения дискретных значений уровней. Вода сравнительно хорошо проводит электрический ток. Поэтому, когда она поднимается до данного электрода или опускается ниже его, возникает сигнал, по которому судят об уровне воды. Кроме того, при изменении уровня воды изменяется высота проводящего слоя, а значит, и его электрическое сопротивление, что также дает возможность определить уровень воды. Электродные датчики используют для фиксации дискретных уровней, для двухпозиционного регулирования, а в более сложных регуляторах — для определения скорости изменения уровня.

Поплавковые датчики — самый распространенный тип измерителей уровня в открытых каналах и закрытых резервуарах. Чувствительный элемент такого датчика — поплавок, перемещение которого при изменении контролируемого уровня передается стрелке измерительного прибора, сельсину-датчику, датчику телеизмерения, датчику автоматического регулятора и т.п. Форма поплавка может быть различной; при ее выборе стремятся к тому,

чтобы поплавков действовал устойчиво и надежно, а чувствительность датчика была максимальной [2].

Схема широко применяемого тросового поплавкового датчика [3] изображена на рисунке 1.

На одном конце гибкого троса 2, расположенного на свободно вращающемся шкиве или барабане 1, подвешен поплавок 7, а на другом — груз-противовес 5. Изменения уровня воды воспринимаются поплавком и передаются по тросу задатчику уровней 6, который в определенные моменты воздействует на контактную систему 3, 4, формирующую сигнал управления. В общем виде уравнение равновесия такой системы

$$F_{\text{выт}} + F_{\text{пр}} = F_{\text{п}} + F_{\text{тр}} + F_{\text{к}} + F_{\text{т}} + F_{\text{отр}},$$

где $F_{\text{выт}}$ — выталкивающая сила среды, действующая на поплавок; $F_{\text{пр}}$ — веспротивовеса; $F_{\text{п}}$ — вес поплавка; $F_{\text{тр}}$ — усилия трения в системе; $F_{\text{к}}$ — усилие, которое необходимо для переключения контактов и перемещения элементов, связанных с передачей показаний по назначению; $F_{\text{т}}$ — вес неуравновешенной части троса; $F_{\text{отр}}$ — усилие отрыва поплавка от жидкости.

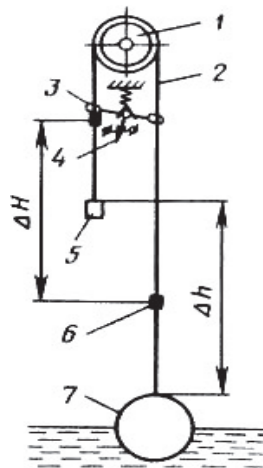


Рис. 1. Схема тросового поплавкового датчика: 1 — барабан; 2 — гибкий трос; 3, 4 — контактная система; 5 — груз-противовес; 6 — задатчик уровней; 7 — поплавок

Из уравнения видно, что равновесие системы при прочих равных условиях зависит от усилия трения и от суммарного веса всех ее подвижных элементов. Так как сюда входит и вес троса, то очевидно, что этим в большой степени определяется максимально возможная длина его для данной системы. Поэтому с целью расширения диапазона измерения все подвижные элементы системы стремятся сделать как можно легче. В выпускаемых промышленностью поплавковых датчиках максимальный диапазон контролируемого уровня достигает 20 м.

Кроме того, современные системы контроля и управления уровнем жидкостей требуют, чтобы датчики уровня были многофункциональными и позволяли одной конструкцией контролировать уровень, температуру, наличие или отсутствие жидкости. Этим требованиям наиболее полно удовлетворяют поплавковые датчики, так как в их конструкции имеется термочувствительный элемент, который контролирует температуру жидкости и эффективно используется для контроля уровня, наличия и отсутствия жидкости.

Литература:

1. Иванова, Г. М. Теплотехнические измерения и приборы. Издательство: МЭИ, 2005.
2. Ганкин, М. З. Комплексная автоматизация и АСУТП водохозяйственных систем. — М.: Агропромиздат, 1991. — 432 с.
3. Ташматов, Х. К. Тепловой преобразователь уровня воды. «Датчики и системы», № 3, 2006, — с.41. — 42.

Оценки надёжности контрольно-измерительных приборов Таваксайской ГЭС

Ташматов Хайит Каршиевич, кандидат технических наук, доцент
Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Беруни (Узбекистан)

В статье рассматриваются основные аспекты вероятности безотказной работы при эксплуатации узлов контрольно-измерительных приборов (КИП) гидроэнергетических станций. Показана взаимосвязь механической и метрологической надёжности, которая тесно связана со способом нормирования и законом распределения погрешностей.

Ключевые слова: гидротехника, вероятность безотказной работы, датчики и преобразователи, механическая надёжность, метрологическая надёжность КИП.

Автоматизация и контроль в таких важных отраслях народного хозяйства Республики Узбекистан, как гидромелиорация, гидротехника, гидроэлектрические станции, системы водного хозяйства и водоресурсосбережение требуют применения современных, высоконадёжных датчиков и преобразователей, что позволит сэкономить большое количество оросительной воды, улучшить условия труда, повысить безопасность гидротехнических сооружений, рационально использовать водные, энергетические и материальные ресурсы.

Вероятность безотказной работы $P(t)$ есть вероятность того, что при эксплуатации узлов контрольно-измерительных приборов (КИП) гидроэнергетических станций (ГЭС), за определенный заданный промежуток времени не произойдет ни одного отказа. Функция $P(t)$ является убывающей функцией. При $t = 0$ $P(0) = 1$, а при $t = \infty$ $P(\infty) = 0$. Таким образом, $P(t)$ изменяется в пределах $0 \leq P \leq 1$.

Вероятность безотказной работы определяется по приближенной формуле [1]:

$$P(t) = \frac{N_0 - \sum_{i=1}^{t/\Delta t} n_i}{N_0}$$

где N_0 — число узлов КИП в ГЭС на начало эксплуатации; n_i — число объектов, вышедших из строя; Δt — интервал времени, в который вышли из строя объекты; t — время, для которого определяется вероятность безотказной работы.

Противоположностью вероятности безотказной работы является вероятность отказов:

$$Q(t) = 1 - P(t)$$

По заданному $P(t)$ зад определяется технический ресурс. При практических расчетах вероятность безотказной работы определяется по формуле:

$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0}$$

где $n(t)$ — число объектов (узлов), отказавших в течение времени t . Точные формулы вероятности безотказной работы, имеют вид:

— для нормального распределения

$$P(t) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-(t-T_{cp})^2/2\sigma^2} dt;$$

— для экспоненциального распределения

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} = e^{-\lambda t};$$

— для распределения Вейбулла

$$P(t) = 1 - \int_0^t f(t) dt = e^{-\lambda_0 t^k},$$

где σ — среднее квадратичное отклонение; T_{cp} — среднее время (математическое ожидание) наработки на отказ; λ — интенсивность отказов; k — коэффициент асимметрии распределения.

Интенсивность отказов определяется отношением

$$\lambda(t) = \frac{\Delta n(t)}{N(t)\Delta t},$$

числа отказавших узлов $\Delta n(t)$ за единицу времени в интервале Δt от $t - \Delta t/2$ до $t + \Delta t/2$ к среднему числу изделий продолжающих исправно работать.

$$N(t) = \frac{N_{i-1} + N_1}{2},$$

здесь N_{i-1} и N_1 — число исправно работающих объектов в конце и в начале интервала времени Δt_i . Обычно зависимость имеет три характерных участка кривой: — приработочный (до двух лет нормальной эксплуатации); — резкого износа; — старения узлов объекта.

Характер кривой интенсивности отказов зависит от эксплуатационных режимов работы объектов. Интенсивность отказов объекта выражена в виде зависимости:

$$\lambda = \lambda_n \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_3,$$

где λ_n — интенсивность отказов для оптимальной (расчетной) нагрузки; a_1 — коэффициент, учитывающий среднюю степень нагрузки объекта; зависит от отношения K_n средней допустимой нагрузки объекта P_{cp} за рассматриваемый период к оптимальной; a_2 — коэффициент, учитывающий частоту m переходных режимов (цикл/ч) за рассматриваемый период эксплуатации узла КИП в ГЭС; a_3 — коэффициент, учитывающий уровень

v загрузки узлов КИП в ГЭС при установившихся режимах.

Точные формулы для интенсивности отказов имеют вид:

– для нормального распределения

$$\lambda(t) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot \frac{e^{-(t-T_{cp})^2/2\sigma^2}}{0,5 - \Phi\left(\frac{t-T_{cp}}{\sigma}\right)}$$

– для экспоненциального распределения

$$\lambda(t) = \lambda = const ;$$

– для распределения Вейбулла

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} = \lambda_0 \cdot k \cdot t^{k-1} ,$$

где

$$\Phi\left(\frac{t-T_{cp}}{\sigma}\right) = \Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z e^{-z^2/2} dz$$

функция Гаусса или интеграл вероятностей определяется по z . Средняя наработка на отказ — среднее арифметическое время безотказной работы узла между соседними отказами:

$$T = \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n}$$

где t_i — время безотказной работы между $i - 1$ и i отказами; n — число отказов за время эксплуатации.

Средняя наработка на отказ характеризует повторяемость отказов i узлов КИП в ГЭС при условии, что объект восстанавливается (ремонтируется). Поэтому первоначальное число узлов объекта остается постоянным.

Среднее время безотказной работы

$$T_{\bar{v}} = \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{N_0}$$

где N_0 — число узлов объекта до первого отказа для заданной партии. Точная формула времени безотказной работы объектов, и имеет вид:

– для нормального распределения

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} P(t) dt ;$$

– для экспоненциального распределения

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda} ;$$

– для распределения Вейбулла

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} e^{-\lambda_0 t^k} dt = \frac{\Gamma\left(\frac{1}{k} + 1\right)}{\frac{1}{k}}$$

где Γ — гамма-функция.

Дисперсия случайной величины выражается:

$$D = \sigma^2 = \lambda \cdot T_{cp}^2 \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = T_{cp}^2$$

Следовательно, при экспоненциальном законе распределения среднее квадратичное отклонение σ совпадает со средним временем безотказной работы.

Частота отказов представляет собой:

$$f(t) = \frac{\Delta n(t)}{N_0 \Delta t}$$

т. е. отношение числа Δn отказавших узлов объекта

в интервале времени Δt от $t - \frac{\Delta t}{2}$ до $t + \frac{\Delta t}{2}$ к первоначальному числу эксплуатирующихся узлов объекта N_0 при условии, что отказавшие узлы не заменяются и не восстанавливаются. Частота отказов характеризует надежность насосов до их первого отказа.

Точные формулы частоты отказов узлов КИП в ГЭС, имеют вид:

– для нормального распределения

$$f(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-(t-T_{cp})^2/2\sigma^2} ;$$

– для экспоненциального распределения

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} ;$$

– для распределения Вейбулла

$$f(t) = \lambda_0 \cdot k \cdot t^{k-1} \cdot e^{-\lambda_0 t^k}$$

При суперпозиции нескольких законов распределения значения показателей надежности узлов КИП в ГЭС определяются по формулам:

– вероятность безотказной работы

$$P(t) = \sum_1^n C_i \cdot P_i(t) ;$$

– частота отказов $f(t) = \sum_1^n C_i \cdot f_i(t) ;$

– интенсивность отказов $\lambda(t) = \frac{\sum_1^n C_i \cdot f_i(t)}{\sum_1^n C_i \cdot P_i(t)} ;$

– среднее время безотказной работы $T_{cp} = \sum_1^n C_i \cdot T_{cp} ,$

где $\sum_1^n C_i = 1 .$

При расчетах вероятности безотказной работы при последовательном соединении элементов, узлов КИП в ГЭС теория надежности предусматривает применение теоремы умножения вероятностей. В этом случае отказ любого из элементов вызывает отказ всей системы объекта.

$$P_{ГЭС} = \prod_1^n P$$

При расчетах вероятности безотказной работы узлов КИП в ГЭС необходимо также учитывать, что имеется и параллельное соединение узлов, при котором отказ одного из элементов не приводит к отказу остальных элементов. Так, обозначив вероятность безотказной работы каждого узла КИП в ГЭС через $P_{ГЭС}$, а вероятность появления отказов через $Q_{ГЭС}(t)$, будем иметь:

$$P_{ГЭС}(t) + Q_{ГЭС}(t) = 1; P_{ГЭС}(t) = 1 - Q_{ГЭС}(t).$$

Очевидно, ГЭС в целом откажет в работе в том случае, если откажут все узлы, объекты КИП. Так как, вероятности безотказной работы узлов КИП являются несовместимыми событиями, то можно записать при равнонадежности объектов $Q_{ГЭС} = Q^n$, откуда:

$$P_{ГЭС}(t) = 1 - Q^n(t)$$

Надежность КИП, целесообразно рассматривать в двух аспектах: механическом и метрологическом.

Механическая надежность определяется вероятностью неразрушения конструкции элементов всего преобразователя в течение заданного времени. А метрологическая надежность определяется вероятностью неперевышения реальными погрешностями нормированных значений в течение заданного времени.

Расчет механической надежности ТРВ на стадии проектирования выполняется на основе структурно-функциональной схемы преобразователя. Исходными данными для расчета служат:

- перечень элементов, из которых состоит преобразователь;
- режимы работы элементов;
- показатели надежности элементов.

Расчетные формулы для определения механической надежности хорошо известны и известны также (в ос-

новном) сведения о показателях надежности элементов преобразователей.

Характеристику механической надежности можно принять при проектировании КИП за основу, если внезапные отказы преобладают в общем количестве отказов. Однако, при эксплуатации КИП существенное значение имеют постепенные отказы и поэтому важную роль играет метрологическая надежность КИП, которое тесно связано со способом нормирования и законом распределения погрешностей, КИП как правило, работают в условиях воздействия большого числа влияющих факторов и закон распределения результирующей среднеквадратической погрешности можно считать нормальным. Согласно для заданного допустимого значения погрешности $\gamma_{доп}$ считая закон распределения реальной погрешности нормальным, можно найти вероятность неперевышения погрешностями заданного значения [2]

$$P_n = \Phi(\gamma_{доп} / \sqrt{2\gamma}),$$

где, Φ_n – функция Лапласа.

Кроме рассмотренных составляющих надежности КИП $P_{мех}$ и $P_{мет}$, можно ввести составляющую P_d , определяющую вероятность отсутствия внезапных отказов различных дополнительных элементов (соединительных контактов, пайки, провода и т.п.), тогда общая надежность ТРВ (при независимости этих составляющих) будет

$$P_{\Sigma} = P_{мех} \cdot P_{мет} \cdot P_d.$$

Оценка P_{Σ} дает следующее значение

$$P_{\Sigma} = 0,97.$$

Таким образом, приведенные данные свидетельствует о высокой надежности КИП, которая достаточна для работы в условиях гидроэнергетических систем.

Следовательно, параллельная и точная работа объектов КИП повышает надежность эксплуатации Таваксайской ГЭС в целом.

Литература:

1. Мирцхулава, Ц. Е. Надёжность гидромелиоративных сооружений. — М.: Колос, 1974. — 277 с.
2. Ташматов, Х. К. Расчет надежности теплового расходомера воды. Сборник материалов РНПК. Карши. КарГУ, 2008. С.24–25.

Адсорбционная очистка веретенного масла от нежелательных компонентов силикагелем КСК

Тошев Шерзод Орзиевич, преподаватель;
Туракулова Маржона, студент
Бухарский инженерно-технологический институт, Узбекистан

Головной процесс производств нефтяных масел — перегонка мазута с выделением масляных дистиллятов и остатка — гудрона. Мазут перегоняют в ректификационных колоннах в вакууме, основная цель перегонки — получить масляные фракции с узкими пределами вски-

пания, а также обеспечить минимальное налегание фракций и исключить попадание смолисто-асфальтовых веществ в дистилляты.

Производство масел включает следующие операции: А) Получение нескольких дистиллятных масляных фракций:

Таблица 1. Техническая характеристика силикагелей, применяемых при хроматографии

№	Марка силикагелей	Насыпной вес с угря-ской в г/см ³	Структура						Влагоемкость в вес% при относительной влажности воздуха				Примечание
			Поверхность м ² /г	Истинный уд.вес, г/см ³	Кажущийся уд.вес, г/см	объем см ³ /г	Средний радиус пор А	Пористость, %	20	40	60	100	
1	КСК № 2	0,39	338	2,240	0,611	1,19	70	72,7	2,5	4,6	7,8	119	Прокаленная
2	КСК № 2,5	0,46	376	2,244	0,706	0,971	51,6	67,4	2,2	4,6	8,7	97,9	-
3	КСС № 3	0,50	522	2,236	0,729	0,925	35,4	67,4	2,9	5,7	13,5	87,1	-
4	КСС № 4	0,58	650	2,235	0,831	0,760	23,4	62,8	2,4	7,4	20,1	70,4	-
5	КСМ № 5	0,66	715	2,250	0,980	0,575	16,1	56,4	4,4	15,5	34,9	56,8	Прокаленная
6	КСМ № 6п	0,87	527	2,255	1,353	0,296	11,2	40	5,7	15,2	24,7	26,9	-
7	КСМ-16с	0,87	624	2,179	1,218	0,362	11,6	44,1	11,3	20,5	33,1	34,8	сухие фр. 2,5–0,5 Зак. 1290

300–400°C, 400–550°C, 450–500°C, гудрона фракции выше 500°C; В) Очистку фракции от нежелательных компонентов и депарафинизацию, деасфальтизацию гудрона с применением избирательных растворителей. В) Гидроочистку компонентов; Г) Смешение до очищенных компонентов в различных соотношениях друг с другом и присадками.

Дистиллятные фракции подвергаются очистке селективными растворителями (фенолом) депарафинизации (раствором метилэтилкетона, бензола-толуола), гидроочистке на катализаторах. Остаточные базовые компоненты получают двумя способами: деасфальтизацией гудрона пропаном с последующей селективной очисткой фенолом (вариант 1) или очисткой гудрона парными растворителями (вариант 2). Остаточный рафинат затем подвергается депарафинизации и доочистке.

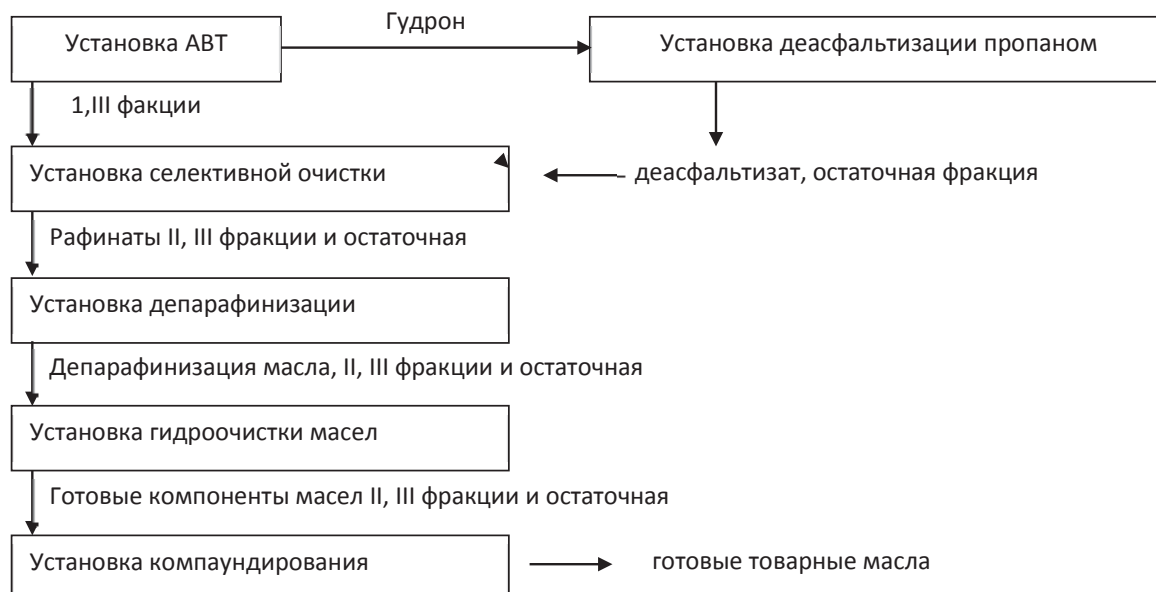
В схемах производства масляных дистиллятов, как правило, включают одну вакуумную колонну. В них про-

исходит разделение па масляные фракции. Число тарелок в вакуумной колонне ограничено, так как с их увеличением повышается давление в зоне испарения, при равном вакууме наверху колонны. В результате снижается при равной температуре нагрева мазута доля отгона дистиллятов в печи уменьшается количество тепла, вносимого в колонну.

На рисунке приведена схема переработки углеводородного сырья (схема производства товарных масел).

Объектом исследования служило отработанное веретенное масло АУ ТSh 39.3–178:1999. Для его очистки от нежелательных компонентов выбрали силикагель КСК. Т. к. промышленный силикагель (табл. 1) имеет более низкую емкость, то его активировали по специальной методике.

Определяли селективность и динамическую емкость активированного силикагеля по следующей методике [2].



2%-ный эталонный раствор органического вещества в циклогексане пропускали в стеклянной колонке через 10 г — адсорбента (фр. 0,25—0,5 мм предварительно дегидратированного) до его полного насыщения, т.е. когда температура концентрации фильтрата (t_3) станет равной температуре кристаллизации исходного эталонного раствора (t_2). Так как температура кристаллизации исходного циклогексана (t_1) и эталонного раствора (t_2) определяется заранее, то весь анализ сводится к определению температуры кристаллизации фильтрата (t_3). Фильтрат отбирается по объему порциями 12,85 мл (что соответствует 10 г).

В каждой порции определяют температуру кристаллизации (t_3), а затем вычисляют количество адсорбированного вещества (мол. %) по формуле:

$$A = \frac{t_3 - t_2}{t_1 - t_2} \cdot 100$$

Мольные проценты адсорбированного вещества можно пересчитать в массовых процентах по формуле:

$$P = \frac{M / 100 \cdot M}{(1 - A / 100) \cdot 84,16 + A / 100 \cdot M} \cdot 100$$

где, M — молекулярная масса вещества;
84,16 — молекулярная масса циклогексана.

Количество адсорбированного вещества в весовых процентах для каждой порции фильтрата пересчитывали на граммы, суммировали и относили к 100 г адсорбента (точность метода $\pm 1\%$).

Литература:

1. Фукс, Ф. Н. Очистка нефтепродуктов. М., 1974, 190 с.
2. Рябова, Н. Д. Адсорбенты для светлых нефтепродуктов. Ташкент, Фан, 1975. 144 с.
3. Казакова, Л. П., Крейн С. Э. Физико-химические основы производства нефтяных масел. М., Химия, 1978, 320 с.
4. Адсорбенты для анализа и разделения нефтепродуктов, Ташкент, ФАН, 1975, 141 с.

Совершенствование процесса проектирования одежды на основе компьютерных технологий

Тошева Гульнора Джураевна, преподаватель;
Кенжаев Нажмиддин Исомиддин угли, студент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

С каждым годом в нашей стране возрастают требования к качеству и ассортименту одежды, в том числе одежды, изготовляемой по индивидуальным заказам населения. Производство высококачественной, модной, соответствующей лучшим мировым образцам одежды невозможно без использования передовой техники и технологии на всех этапах производства, в том числе на этапе конструирования и моделирования, определяющем дальнейшую судьбу новой модели одежды.

В отличие от предприятий массового промышленного производства, швейные предприятия сферы быта и услуг характеризуются оперативной готовностью к изготовлению изделий различной сложности, новой моды, из новых материалов, на любую фигуру, в соответствии с требованиями заказчика. Изготовление одежды на таких швейных предприятиях осуществляют:

- выполнением индивидуальных заказов по измерениям фигуры заказчика (с разработкой индивидуального эскиза модели);
- выполнением новых или обновляемых моделей (по измерениям фигуры заказчика) из числа представленных в салоне ателье готовых образцов;
- выполнением изделий из одежды-полуфабриката;

— выпуском мелких партий изделий, разработанных без предварительных заказов.

В связи с этим этапы создания новой модели изделия, разработки ее конструкции и изготовления образца отличаются от аналогичных этапов проектирования одежды в массовом промышленном производстве.

Значительная роль в деле увеличения производительности и эффективности труда принадлежит автоматизации и, в частности, одному из мощных средств автоматизации — ЭВМ. Системы автоматизированного проектирования (САПР) — признанная область применения вычислительной техники.

На многих предприятиях легкой промышленности около десяти лет назад появились первые САПР лекал и раскладок лекал. Это были очень дорогостоящие системы ведущих в этой области зарубежных фирм: «Инвестроника» (Испания), «Гербер» (США), «Лектра» (Франция) и др. Затем на рынке появились САПР других иностранных и отечественных («Абрис», «Леко», «Грация» и др.) производителей.

В настоящее время технология проектирования одежды по индивидуальным заказам обусловлена принятыми методами работы кройщиков и базируется на ручных при-

емах, что ставит весь процесс проектирования в зависимость от возможностей конкретных исполнителей, делает сложным внедрение его прогрессивных форм.

Так, ручной обмер фигуры предопределяет его значительную продолжительность и вносит субъективизм и неточность в результаты измерения, существенно зависящего от квалификации закройщика. Кроме того, эти результаты не дают достаточно полного и однозначного описания фигуры, что приводит к необходимости примерок.

Конструкция изделия, как и снятие мерок, зависят от квалификации закройщика, его отношения к вопросам моды и способности адаптировать ее предложения при создании конструкции для индивидуальной фигуры. Автоматизированный комплекс включает следующие элементы: автоматический тангенциально-ленточный антропометр, ЭВМ, графический дисплей, графопостроитель. Функции комплекса:

- автоматизированный обмер фигуры с выводом информации на ЭВМ;
- обработка антропометрической информации на ЭВМ;
- запись информации о фигуре и реквизитах заказчика; ввод данных о модели;

– машинное конструирование изделия заданной модели с учетом особенностей фигуры заказчика;

– вывод информации о конструкции заказываемого изделия в виде графического изображения деталей изделия в натуральную величину. При наличии раскройного автомата может быть получен комплект деталей кроя.

Обмер фигуры заказчика выполняет автоматический тангенциально-ленточный антропометр. Основной блок аппарата – полое кольцо с узкой круговой щелью, движущееся вверх-вниз по вертикальным стойкам. В полости кольца по периметру движется роликовый механизм, который обкатывает вокруг фигуры человека гибкую ленту, поддерживая ее в состоянии легкого натяжения (рис. 1).

Круговая щель для выхода ленты находится под контролем чувствительной оптико-электронной системы, ее сигналы передают вычислительной машине изменения угла охвата фигуры лентой для обмера.

По этим данным ЭВМ создает конструкцию. Изображение фигуры можно наблюдать на экране дисплея.

Вдоль щели по кругу расставлены электромагнитные пальцы автоматического манипулятора. Когда кольцо начинает свое движение вверх из выемки в основании антропометра, манипулятор охватывает фигуру лентой, а по окончании обмера — освобождает заказчика от ленты.

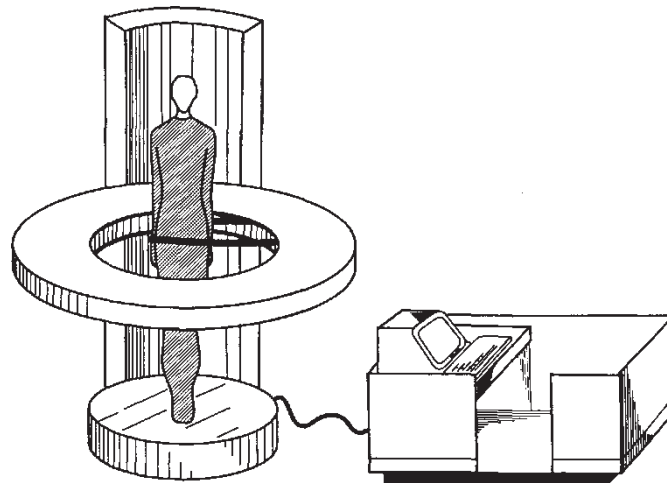


Рис. 1. Автоматический тангенциально-ленточный антропометр

Автоматизированное проектирование одежды дает возможность применять систему автоматизированного раскроя тканей, что позволяет снизить трудоемкость изготовления изделий и достичь экономии материалов. Использование антропометрического комплекса повышает культуру обслуживания заказчиков, позволяет экономить их время и сокращать сроки изготовления изделий в результате того, что исключаются примерки.

Литература:

1. Г.П. Бескорвайная Конструирование одежды для индивидуального потребителя. Учеб. Пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2004.

Сделан вывод о целесообразности создания САПР одежды для различных фигур потребителей на основе объединения индивидуальных методов раскроя изделий с промышленными методами их изготовления и организационной перестройкой проектирования с учетом типовой стадийности работ, определяемой требованиями ЕСКД.

2. Бескорвайная, Г. П. Совершенствование конструкторской подготовки производства одежды по заказам населения на основе использования ЭВМ. М.: МТИ, 1990.
3. Коблякова, Е. Б. Основы проектирования рациональных размеров и формы одежды. М., 1984.
4. Доценко, Н. Ю., Бескорвайная Г. П. Совершенствование процесса автоматизированного проектирования одежды // Прогрессивная техника и технология, системы управления и автоматизированного проектирования в текст, и легк. пром-сти. М.: МТИ, 1990. с. 13–14.

Определение расхода дополнительной энергии при круглогодичной эксплуатации гелиополигонов по выпуску сборного железобетона

Усманов Фарход Бафоевич, кандидат технических наук, доцент;
Ибодов Расул Каримович, студент;
Хикматов Фозил Санъатиллоевич, студент
Бухарский филиал Ташкентского института ирригации и мелиорации (Узбекистан)

Нами ставилась задача определения эффективности дозированного расхода традиционной энергии, используемой для компенсации нехватки поступления тепла от солнечной радиации и обеспечивающей достижение бетоном 50% R_{28} , проектирование ее расхода на действующих и проектируемых гелиополигонах. В исследованиях использовали методику, разработанную в НИИЖБе /1/, согласно которой путем дозированного расхода традиционной энергии (для удобства и простоты замеров расхода энергии принята электрическая) были созданы условия прогрева, близкие летним, обеспечивающим достижение 50% R_{28} за 22 часа и суточную оборачиваемости форм.

Эксперименты проводили в лабораторных гелиостендах, теплоизолирующих внутреннее пространство от окружающей среды четырьмя бортами и поддоном, снабженных индивидуальными светопрозрачными и теплоизолирующими покрытиями (Рис.1.). Один гелиостенд оборудовали электрическим тенем мощностью, достаточной для прогрева бетона, присоединенным к переменному току напряжением 220 В через лабораторный трансформатор. Расход электрической энергии измеряли счетчиком типа СО-И 446.

В экспериментах применяли тяжелый бетон марки 200 со следующим соотношением компонентов: 1:2,3:3,77; В/Ц=0,59, О.К.=1–4 см. В каждый лабораторный гелиостенд помещали один образец-представитель 40x40x15 см, имитирующий условия твердения в реальных изделиях, и две формы-тройчатки стандартных образцов 10x10x10 см. Прогрев бетона в гелиостендах изучали с помощью автоматического потенциометра КСП-4 и ХК-термопар. Прочность бетона стандартных образцов определяли по ГОСТу 10180–2012, образцов-представителей — с помощью градуировочных зависимостей. Интенсивность солнечной радиации измеряли альбедометром, присоединенным к портативному гальванометру.

Для оценки количественного изменения расхода электрической энергии в экспериментах, проводимых в различные месяцы зимнего сезона, комбинированную гелиотермообработку (КГТО) начинали в 10 ч утра. Температурный режим твердения при КГТО создавали при соответствии с эталонным, полученным экспериментально температурным режимом прогрева при использовании солнечной энергии, обеспечивающим достижение 50% R_{28} . При проведении каждого эксперимента парал-

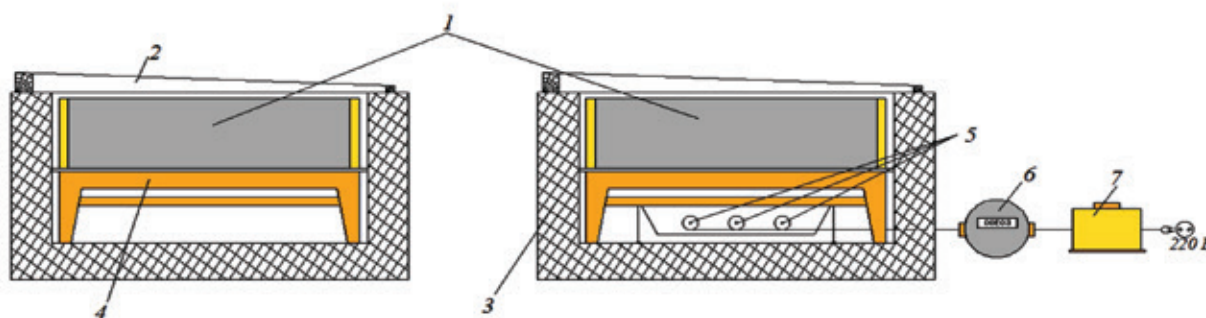


Рис. 1. Принципиальная схема лабораторных гелиостендов: 1 — представительные бетонные образцы; 2 — светопрозрачное и теплоизолирующее покрытие; 3 — теплоизолирующий гелиостенд; 4 — металлический столик; 5 — электрические тены; 6 — счетчик замера расхода электрической энергии; 7 — трансформатор

лельно во втором гелиостенде выдерживали аналогичные образцы, подвергавшиеся тепловому воздействию только за счет солнечной энергии.

На рис.2 приведены кривые температур и замеров интенсивности солнечной радиации в один из дней экспериментов, свидетельствующие о том, что интенсивность солнечной радиации в ее максимум (400 Вт/м²·ч) без дополнительного теплоподвода, обуславливает кинетику прогрева бетона при максимальных температурах 25–30°C, что не может обеспечить требуемый уровень теплосодержания бетона для достижения 50%

R28. Дозированный расход электрической энергии, компенсирующий нехватку тепла от солнечной энергии, способствовал прогреву бетона до максимальных температур (62–68°C) с медленным остыванием к утру следующих суток до 28–31°C. Результаты исследований расхода дополнительной энергии в зимний период года представлены в таблице. Достижение бетоном образцов-представителей прочности 50–60% R^{н.т.}₂₈ при подводе дополнительной электрической энергии свидетельствует о создании в лабораторных условиях кинетики прогрева, близкой к эталону.

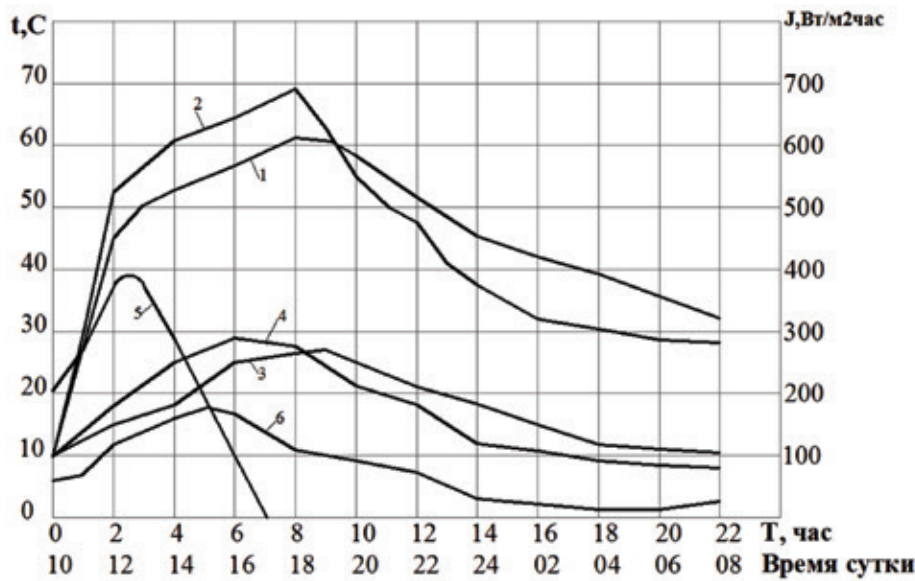


Рис. 2. Прогрев образцов бетона в лабораторном гелиостенде при комбинированной гелиотермообработке: 1, 3 — в 75 мм от поверхности представительного образца; 2, 4 — в 50 мм от поверхности стандартного образца; 1, 2 — при комбинированной гелиотермообработке; 3, 4 — без подвода дополнительной энергии; 5 — интенсивность солнечной радиации; 6 — температура окружающей среды

Поскольку эталонный режим создавали по температуре образцов-представителей, находившихся в форме с деревянными теплоизолированными бортами и металлическим поддоном из жести и прогревавшихся через верхнюю поверхность только от солнечной радиации и через нижнюю дополнительной энергией, а стандартные образцы, заформованные в металлической форме и через две боковые металлические поверхности бортов, то в ряде случаев S_{сут} стандартных образцов выше S_{сут} образцов-представителей.

Расход дополнительной энергии в таблице приведен в объем бетона и металлические элементы, находящиеся внутри лабораторного гелиостенда. Для анализа его 1 м³ бетона в различное время зимнего сезона полученные экспериментальным путем данные пересчитаны и соответственно построен график (рис 3).

Из рис. 3 видно, что энергия от солнечной радиации и в зимний период вносит довольно ощутимую долю в прогрев бетона (затененная область графика), что для Бу-

хары в период с декабря до середины марта составило 29,6% от энергии, необходимой для тепловой обработки 1 м³ бетона, при максимальном расходе электроэнергии 122 квт.ч/м³·сут. Данный график, показывая эффективность использования солнечной радиации даже не высокой плотности, показывает конкретные пути экономии традиционных ТЭР, затрачиваемых на тепловую обработку бетона изделий и конструкций не только в зимний период в районах сухого жаркого климата. Полный переход в зимний период на традиционные способы тепловой обработки (при отказе от солнечной радиации невысокой плотности) потребовал бы дополнительного расхода энергии (40–45% от расходуемой при КГТО).

График расхода дополнительной энергии на 1 м³ бетона в течение суток при комбинированной гелиотермообработке, приведенный на рис.3, позволяет с учетом производительности полигона проектировать потребность в электрической энергии для предприятий Бухарского региона. Так, анализ графика показал, что в первой

Таблица. Расход дополнительной энергии при комбинированной гелиотермообработке бетона в различные месяцы зимнего периода

Время укладки	Суммарная интенсивность солн. рад. в теч.суток, Вт/м ²	Расход дополнительной энергии, Q (кВт.ч) в теч. суток	S образца в возрасте 1 сут (град.час)		Rсж, в возрасте 1 сут, (МПа)		Rнт 28, МПа
			40x40x15 см	10x10x10 см	40x40x15 см	10x10x10 см	
Декабрь — 1 декада	1892	2,318	1020	990	13,25/59,9	12,6	22,1
Январь — 1 декада	928	3,945	969	1102,5	11,75/50,4	13,7	23,3
Январь — 3 декада	1271	3,8	945	1064	11,0/50,2	12,5	21,9
Февраль — 1 декада	2975	2,41	957	924	12,6/57,8	12,0	21,8
Февраль — 3 декада	3832	2,29	938	1005	11,4/51,1	12,6	22,3
Март — 1 декада	4013	1,31	970	1009	11,75/55,4	12,3	21,2

Примечание. В столбцах под чертой —% от R^{нт}₂₈.

декаде декабря на 1 м³ бетона и железобетона требуется 79 квт.ч/сут, если судить по максимуму; во второй декаде-105 квт.ч/сут; в третьей-118 квт.ч/сут, и так далее. С помощью данного графика можно рассчитать расход дополнительной энергии еще с большей частотой (5 суток,3 суток и так далее).

Для установления расхода дополнительной энергии при комбинированной гелиотермообработке в зависимости от начала ее в течение суток были проведены специальные исследования. Графический зависимость его увеличение в зависимости от времени начала КГТО

над расходом энергии при начале ее в 10 часов утра, построенная по экспериментальным точкам, приведена на рис.4.

Расход дополнительной энергии при комбинированной гелио-термообработке в зимний период в Бухаре: 1-расход дополнительной энергии в лабораторным гелиостенде; 2-то же на 1 м³ бетона; 3-суммарная интенсивность солнечной радиации в течении суток

Прирост расхода дополнительной энергии в зависимости от начала КГТО по сравнению с расходом дополнительной энергии при начале КГТО в 10 часов.

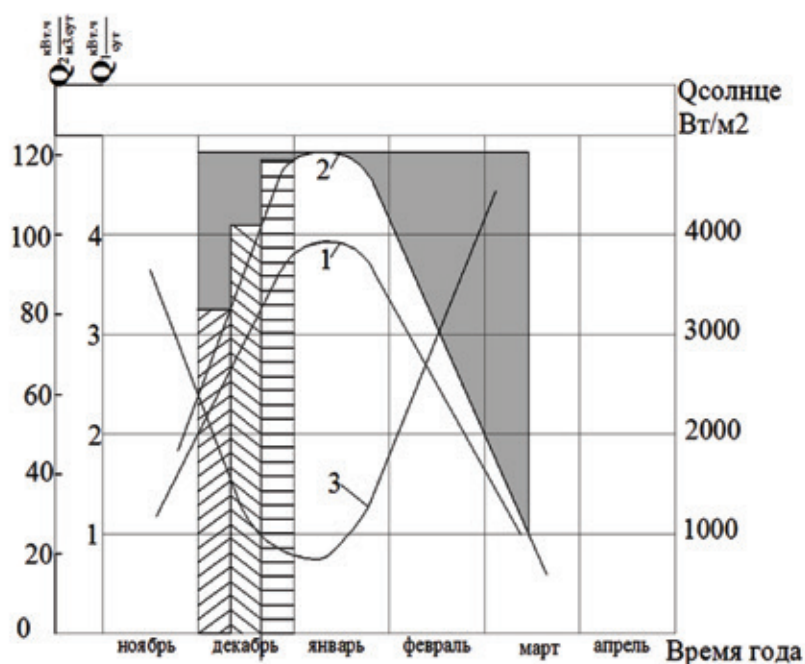


Рис. 3

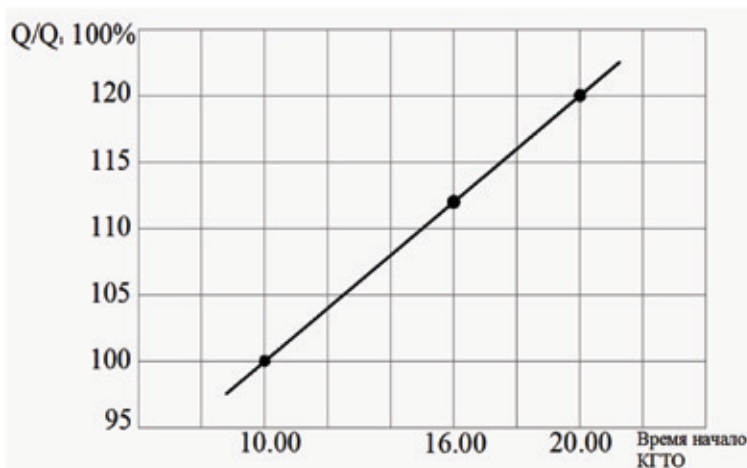


Рис. 4

С учетом абсолютным величин расхода данной энергии при КГТО в различные месяцы зимнего периода (рис 3) и процента прироста расхода дополнительной энергии

по графику (рис4) проектируется расход электроэнергии и при различном времени начало комбинированной гелио-термообработки.

Литература:

1. Малинский Е. Н., Оразбеков М. О. Комбинированная гелиотермообработка железобетонных изделий. Бетон и железобетон, 1988, № 5. С42–45.

Контроль качества коленчатых валов при их изготовлении

Федотов Александр Георгиевич, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В данной работе предлагается способ построения простой и практичной модели распространенного машиностроительного изделия — коленчатого вала и обсуждаются методы распознавания, основанные на этой модели.

Ключевые слова: система технического зрения, диагностика, коленчатый вал.

Системы технического зрения (СТЗ) являются, наряду с промышленными роботами, важнейшими элементами гибких автоматизированных производств. В общем случае в функции СТЗ входят распознавание деталей заданного класса в неупорядоченном потоке, определение положения и ориентации этих деталей, а также визуальный контроль их качества. Результаты анализа визуальной информации оказывают непосредственное влияние на текущую последовательность действия роботов и другого технологического оборудования. Поэтому распознавание должно выполняться в реальном времени (в темпе поступления деталей). На практике, как правило, приходится использовать специализированные СТЗ, ориентированные на достаточно узкий класс объектов. Быстродействие таких СТЗ во многом зависит от решений, принятых на этапе построения эталонных моделей распознаваемых объектов.

Характеристика объекта распознавания. Каждый коленчатый вал состоит из коренной шейки (цилиндрического стержня) и нескольких колен. Колено образовано двумя плоскими щеками (противовесами), между которыми находится цилиндрическая шейка. Длина одного вала равна 50 см, масса — около 10 кг. Коленчатые валы, прошедшие все этапы технологической обработки, складываются в контейнеры в несколько рядов. Предполагается, что оси валов, находящихся в смежных рядах, скрещиваются. При упаковке стремятся максимально использовать объем контейнера, однако строгое выравнивание валов в каждом из рядов не проводится. Общий вид коленчатого вала, который является объектом распознавания для рассматриваемой системы, показан на рис. 1.

Построение модели объекта распознавания. Для того, чтобы обеспечить возможность эффективного распознавания объектов заданного класса в реальном времени, при



Рис. 1. Коленчатый вал

построении модели объекта и алгоритмов распознавания потребовалось ввести два упрощающих ограничения. Во-первых, получаемое с помощью телевизионной камеры изображение контейнера решено преобразовать в бинарную форму. Для осуществления такого преобразования достаточно выбрать величину порога яркости. Во-вторых, пришлось отказаться от анализа полных трехмерных изображений и ограничиться рассмотрением только одной горизонтальной проекции. Последнее упрощение оказалось допустимым лишь за счет привлечения дополнительной априорной информации о горизонтальном расположении коленчатых валов в контейнере. Ввиду особенностей формы объектов распознавания, это упрощение практически не приводит к потере общности алгоритмов распознавания. В самом деле, если даже перепад высот между началом и концом коренной шейки какого-либо вала составляет, например, 10 см (угол наклона оси вала к гори-

зонтالي 11°), то длина получаемой плоской проекции все равно оказывается близкой к 49 см. Опираясь только на плоскую модель, система не сможет правильно обрабатывать предельные ситуации, когда ось вала составляет малый угол с вертикалью, но вероятность возникновения таких ситуаций на практике ничтожно мала.

Полученный в результате проецирования вала на горизонтальную плоскость сложный контур аппроксимируется прямыми линиями и разбивается на многоугольники простой формы. Такое разбиение непосредственно приводит к показанной на рис.2 плоской составной модели коленчатого вала, которая затем используется в процессе распознавания в качестве эталонной модели. Многоугольники, помеченные на рис. 2 цифрами от 1 до 5 (коренная шейка), имеют фиксированное расположение относительно оси вала, а положение прямоугольников 6–9 (коленные шейки) зависят от конфигурации вала в контейнере.

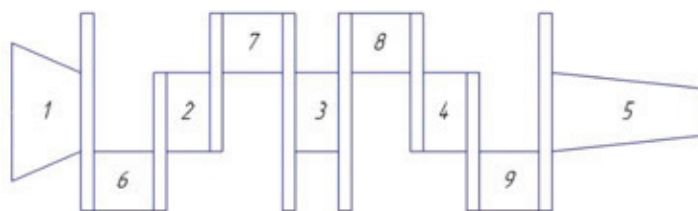


Рис. 2. Схема коленчатого вала

Алгоритмы распознавания используют следующие 4 группы информации о модели.

1. Форма: прямоугольники (фигуры 2–4 и 6–9 на рис. 2); трапеции (фигуры 1 и 5)

2. Размер: основание, высота (для прямоугольников); нижнее основание, верхнее основание, высота (для трапеций).

3. Расстояние между элементами модели $D(i, j) = D(j, i)$.

4. Ориентация элементов модели $O(i, j, k) = 360^\circ - O(k, j, i)$. Здесь $D(i, j)$ обозначает расстояние между центрами масс элементов i и j , а $O(i, j, k)$ — угол, который образует ломаная, соединяющая центры масс элементов i, j, k .

Анализ изображения. Процесс распознавания коленчатых валов состоит из четырех основных этапов.

На первом (предварительном) этапе осуществляется выделение связанных фигур. Для этого поступающее от телекамеры изображение преобразуется к бинарному. Преобразованное изображение сканируется вначале по горизонтали, а затем по вертикали. При сканировании в одном из направлений выделяются связанные отрезки, которые состоят из непрерывной последовательности точек одного класса, и отмечаются границы этих отрезков. В ходе последующего просмотра изображения в противоположном направлении соседние отрезки склеиваются в связанные области, а их крайние точки образуют границы этих областей. Таким образом, бинарное силуэтное изображение заменяется контурным. После этого каждый из контуров обходится против часовой стрелки, в результате обхода формируется список связанных областей, каждая из которых представляет собой образ некоторого отдельного объекта, попавшего в кадр.

На следующем этапе выполняется разбиение связанных областей на элементарные геометрические фигуры, которые входят в состав показанной на рис. 2 модели коленчатого вала. В процессе разбиения криволинейные контуры аппроксимируются прямоугольниками. Аппроксимация проводится с учетом информации о форме модели, а именно, принимается во внимание тот факт, что модель может быть представлена в виде пересечения одного длинного прямоугольника с несколькими более короткими, которые располагаются перпендикулярно к оси вала. В результате аппроксимации уточняется соответствие выделенных фигур какому-либо распознаваемому объекту. При этом удается полностью избавиться от ошибок, связанных с условиями освещения контейнера и выбором порога бинаризации.

На третьем этапе анализа изображения элементарные геометрические фигуры объединяются в блоки, из которых впоследствии строятся полные модели распознаваемых объектов. Построение полной модели начинается с выделения самого длинного прямоугольника, который является образом коренной шейки коленчатого вала. Затем по обе стороны от оси шейки формируются прямоугольные области с заданными размерами. В результате простого сканирования этих областей выделяются перпендикулярные составляющие модели коленчатого вала. Каждый блок состоит из участка коренной шейки (часть длинного прямоугольника) и образов щек верхнего и нижнего колен (перпендикулярные составляющие).

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч./ Е. В. Поезжаева. — Пермь Изд-во Пермь. гос. тех. ун-та, 2006. — Ч. 1. — 64 с.
2. Зенкевич, С. Л., Ющенко А. С. Управление роботами. — М.: Изд-во МГОУ им. Н. Э. Баумана, 2006.
3. Корендясев, А. И. Теоретические основы робототехники: в 2 кн./ А. И. Корендясев, Б. Л. Саламандра, Л. И. Тывес; отв. Ред. С. М. Каплунов. — М.: Наука, 2006.
4. Хорн, Б. К. Зрение роботов. — М.: Мир, 1989.
5. Михайлов, С. В., Романов В. В., Заикин Д. А., Система технического зрения для диагностики процесса резания материалов//Вестник компьютерных и информационных технологий., 2007, № 4, стр. 23—26
6. В. И. Сырякин, В. С. Титов, Ю. Г. Якушенков, Системы, технического зрения-МГП «РАСКО», 1992

Наконец, на четвертом (заключительном) этапе вычисляются числовые характеристики выделенных блоков и всей модели в целом, Результаты вычислений сопоставляются с эталоном, и принимается решение о соответствии анализируемой модели и эталонной модели коленчатого вала. В случае совпадения рассчитываются положение и ориентация вала в контейнере и эта информация передается роботу.

Применяемый на последнем этапа алгоритм состоит из следующих шагов:

1. поиск в заданной области фигуры, соответствующей по форме и размерам элементу модели вала с номером 2 или 4 (см. рис. 2), обозначение этой фигуры индексом i ;
2. вычисление расстояния $D(2,3)$ или $D(4,3)$ между элементом i и фигурой, соответствующей по форме и размерам элементу модели с номером 3, обозначение найденного элемента индексом j ;
3. вычисление расстояния $D(3,4)$ или $D(3,2)$, поиск элемента с номером 4 или 2, для которого угол $O(2,3,4)$ или $O(3,4,2)$ равен O , обозначение этого элемента индексом k ;
4. поиск элементов модели с номерами 1 и 5 путем расчета соответствующих углов и расстояний и сравнения их с эталонными значениями;
5. определение формы и вычисление размеров элементов с номерами 6–9. [1–6]

Данный метод распознавания позволит наиболее эффективней производить визуальный контроль качества коленчатых валов.

Адсорбционная очистка турбинного масла Тп-30

Хужакулов Азиз Файзуллаевич, преподаватель;
Тухтаев Бахриддин Бахтиер угли, бакалавр
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Нефтяные масла являются основным видом смазочных материалов, предназначенных для снижения трения и износа трущихся поверхностей, предотвращения их задира. Производство масел включает следующие операции: А) Получение нескольких дистиллятных масляных фракций: 300–400 °С, 400–450 °С, гудрона фракции

выше 500 °С; Б) Очистку фракций от нежелательных компонентов и депарафинизацию, деасфальтизацию гудрона с применением избирательных растворителей. В) Гидроочистку компонентов; Г) Смешение доочищенных компонентов в различных соотношениях друг с другом и присадками. Они давно и широко используются в различных

областях техники, и от правильного применения масел во многом зависят надёжность и долговечность работы машин, механизмов и разнообразного оборудования. Рост быстроходности машин, повышение рабочих температур, контактных нагрузок и продолжительности эксплуатации оборудования существенно изменили роль и повысили требования к смазочным материалам. Возрастающее значение нефтяных масел для надёжной эксплуатации техники вызвало необходимость более глубокого изучения их природы и свойств, выявления оптимальных условий их производства и применения.

Дистиллятные фракции подвергаются очистке селективными растворителями (фенолом), депарафинизации

(раствором метилэтилкетона, бензола — толуола), гидроочистке на катализаторах. Остаточные базовые компоненты получают двумя способами: деасфальтизацией гудрона пропаном с последующей селективной очисткой фенолом (вариант 1) или очисткой гудрона парными растворителями (вариант 2). Остаточный рафинат затем подвергается депарафинизации и доочистке.

Объектом исследования служило отработанное турбинное масло Тп-30.

Для его очистки от нежелательных компонентов выбрали силикагель КСК, т.к. промышленный силикагель (табл. 1.) имеет более низкую емкость, то его активировали по специальной методике.

Таблица 1. Техническая характеристика силикагелей, применяемых при хроматографии

№ п/п	Марка силикагелей	Насыпной вес угряской в г/см ³	Структура						Влагоемкость в вес% при относительной влажности воздуха				Примечание
			поверхность, м ² /г	ИСТИННЫЙ уд.вес, г/см ³	кажущийся уд.вес, г/см ³	объем пор. см ³ /г.	средний радиус пор А	пористость, %	20	40	60	100	
1.	КСК № 1	0,39	338	2,240	0,011	1,19	70	72,7	2,5	4,6	7,8	119	Прокаленная
2.	КСК № 2	0,46	376	2,244	0,706	0,974	51,6	67,4	2,2	4,6	8,7	97,9	Прокаленная
3.	КСК № 3	0,50	522	2,236	0,729	0,925	35,4	67,4	2,9	5,7	13,5	87,1	Прокаленная
4.	КСК № 4	0,58	650	2,235	0,831	0,760	23,4	62,8	2,4	7,4	20,1	70,4	-
5.	КСК № 5	0,66	715	2,250	0,980	0,575	16,1	56,4	4,4	15,5	34,9	56,8	Прокаленная
6.	КСК № 6 п	0,87	527	2,255	1,353	0,296	11,2	40	5,7	15,2	24,7	26,9	Прокаленная
7.	КСМ — 16 с.	0,87	624	2,179	1,218	0,362	11,6	44,1	11,3	20,5	33,1	34,8	сухие фракц. 2,5–0,5

Очистку отработанного турбинного масла проводили в стеклянной хроматографической колонке высотой 1 м, диаметром 1,5 см. Загрузили в колонку 100 г. высушенного при 160–180°C силикагеля КСК фр. (0,25–0,5 мм), залил масло (100 мл.) и после полного насыщения сор-

бента, открыли кран и собрали вытекающее самотеком масло (контроль по показателю преломления) до чистого турбинного масла. Его оказалось 12,5 мл оставшееся масло по качествам соответствовало отработанному маслу. Результаты очистки приведены в таблице 2.

Таблица 2. Физико-химическая характеристика исходного и отработанного минерального масла Тп-30

№ п/п	Показатели	Турбинное масло	
		Исходное	Отработанное
1.	Цвет	желтый	светло-коричневый
2.	Прозрачность при 0°C	прозрачное	мутное
3.	Содержание влаги, % масс.	отс.	10,0
4.	Механические примеси, % масс.	0,005	0,1

5.	Плотность при 20°C, г/см ³ .	0,8658	0,9253
6.	Индекс вязкости	90	70
7.	Коррозия на медных пластинках	выдерживает	не выдерживает
8.	Температура вспышки в закрытом тигле	192	195
9.	Кислотное число, мг КОН/г	0,1	0,4
10.	Вязкость при 50°C, сСт	23,30	30,30
11.	Показатель преломления (n_D^{20})	1,4820	1,4850

Выбран оптимальный сорбент для очистки отработанного турбинного масла — силикагель КСК, который для увеличения сорбционной емкости отработан по специальной методике (активирован соляной кислотой). Его динамическая емкость по нефтяному маслу составила 2,67% масс.

На укрупненной лабораторной установке определены оптимальные условия очистки отработанного турбинного масла и проведена его очистка. Получено 14,8% очищенного масла. Сделан сопоставительный анализ очищенного турбинного масла с исходным маслом.

Литература:

1. Черножуков, Н. И. технология переработки нефти и газа. М. Химия., 1978, 424 с.
2. Уильям Л Лефер. Переработка нефти. М. ЗАО Олимп — бизнес, М., 2003, 224 с.
3. Глазов, Г. И., Фукс И. Т. Производство нефтяных масел. М., Химия, 1976, 192 с.
4. Багиров, И. Т., Современные установки первичной переработки. М., Химия, 1974, 240 с.

Проектирование мобильных приложений и облачных сервисов

Шакирова Юлия Каримовна, магистр, старший преподаватель;
 Савченко Наталья Каримовна, магистр, старший преподаватель;
 Абилдаева Гулнур Балтабаевна, старший преподаватель;
 Зайцева Стелла Вячеславовна, старший преподаватель;
 Мартыненко Ольга Владимировна, магистр, старший преподаватель
 Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

В статье рассматриваются возможности и преимущества облачных сервисов и мобильных приложений. Рассматриваются принципы проектирования облачных сервисов и мобильных приложений. Проведен анализ шаблонов взаимодействия. Рассмотрены особенности портирования приложений на мобильные платформы.

Ключевые слова: облачные сервисы и мобильные приложения — это возможность наращивать клиентскую базу, повышая качество индивидуального обслуживания и уменьшая расходы на IT-инфраструктуру.

Облачные сервисы

Эластичность облачных услуг позволяет государственным и коммерческим организациям значительно сократить расходы IT-бюджета, связанные с закупкой необходимого компьютерного оборудования и программного обеспечения, их эксплуатацией и поддержкой и, что особенно важно, с дальнейшим развитием и масштабированием информационных систем в целом.

Преимущества облачных сервисов:

- сокращение затрат на закупку дорогостоящего программного обеспечения и оборудования;
- сокращение затрат на содержание созданной инфраструктуры;
- снижение затрат на содержание штата собственных технических специалистов;

- высокая производительность и доступность информационных систем;
- возможность аренды оборудования и программного обеспечения по требованию;
- надежная защита информации;
- высокая отказоустойчивость;
- снижение затрат на утилизацию вышедшего из строя оборудования.

Мобильные приложения

Мобильные устройства стали привычным атрибутом современной жизни, и рынок мобильных приложений стремительно растет, расширяется список возможностей каждого конкретного пользователя — поиграть в игру или воспользоваться государственными услугами.

Основные этапы разработки мобильных приложений:

- Обследование
- Формирование технического задания на разработку
- Формирование технического проекта
- Программирование и тестирование
- Оформление всей необходимой технической документации
- Запуск в эксплуатацию.

Принципы проектирования взаимодействия — это рекомендации, касающиеся поведения, формы и содержания продукта. Эти принципы представляют собой набор правил, которые основаны на ценностях проектировщиков, и на их опыте, связанном с воплощением этих ценностей в жизнь. В основе таких ценностей — мысль о том, что технология должна служить человеку (а не наоборот) и что опыт общения человека с технологией должен складываться согласно возможностям человеческого восприятия и познания.

Принципы применяются на всем протяжении процесса проектирования. Они помогают преобразовывать задачи и требования, возникающие в ходе разработки сценариев, в поведенческие реакции интерфейса.

Принципы проектирования действуют на нескольких уровнях детализации — от общего проектирования взаимодействия до конкретики интерфейса. Можно выделить следующие категории:

- Ценности проектирования служат отправной точкой для принципов более низкого уровня, перечисленных ниже.
- Концептуальные принципы помогают определять сущность продукта.
- Поведенческие принципы описывают, как продукт должен себя вести — в целом и в конкретных ситуациях.
- Интерфейсные принципы описывают эффективные стратегии визуального взаимодействия информационных аспектов интерфейса.

Большинство принципов проектирования взаимодействия и визуального дизайна не привязаны к конкретной платформе. Однако мобильные устройства требуют особых соображений, связанных с различными ограничениями (размер экрана, способы ввода и т.д.).

Одно из главных назначений принципов — оптимизировать опыт пользователя. В целях оптимизации необходимо сокращать следующие виды работ:

- Когнитивная работа — понимание поведения продукта.
- Мнемоническая работа — запоминание поведения продукта, паролей, названий и расположения элементов управления.
- Работа зрения — поиск стартовой точки на экране, поиск одного объекта среди многих, расшифровка визуальной планировки, выявление различий между элементами интерфейса.
- Физическая работа — использование жестов (нажатие, перемещение по экрану, прокрутка, смахивание и т.д.), переключение между режимами ввода, количество кликов для осуществления навигации.

Логические маршруты

Композиция должна не только в точности следовать сетке, но и структурировать эффективный логический маршрут через интерфейс для пользователей, принимая во внимание тот факт, что (в случае западных языков) взгляд движется сверху вниз и слева направо (Рисунок 1).

На рисунке 1 слева представлен хороший логический маршрут: движение взгляда и маршрут в интерфейсе совпадают. Справа — неудобный логический маршрут: все разбросано по экрану.

Симметрия — полезное средство организации интерфейса с точки зрения достижения визуального равновесия. Несимметричные интерфейсы обычно выглядят так, словно вот-вот завалятся на один бок. В интерфейсах чаще всего применяют два типа симметрии: вертикальная осевая симметрия (симметрия относительно вертикальной линии, проведенной через центр группы элементов) и диагональная осевая симметрия (симметрия относительно диагонали). В большинстве приложений присутствует симметрия одного из этих типов.

Шаблоны проектирования решают целые классы проблем проектирования, возникающие путем выявления

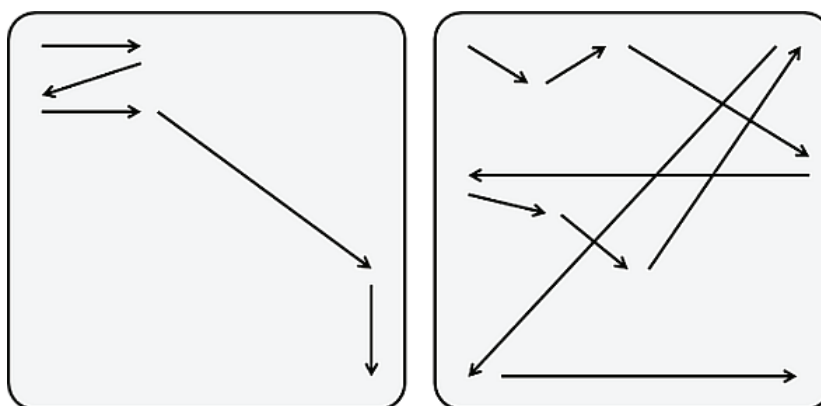


Рис. 1. Логические маршруты движения взгляда в интерфейсе

и обобщения ценных проектных находок. Деятельность по формализации знания и фиксации наилучших решений в области проектирования служит многим важным целям:

- сократить время и усилия, затрачиваемые на проектирование в новых проектах;
- повысить качество проектных решений;
- способствовать улучшению коммуникации между проектировщиками и программистами;
- повысить профессиональный уровень проектировщиков.

Шаблоны всегда применяются в рамках некоторого контекста и конструируются так, чтобы быть применимыми в типичных ситуациях, которые имеют схожий контекст использования, схожие ограничения и условия. Описывая шаблон, важно четко задать ситуацию, в которой применимо решение, дать один или несколько конкретных примеров, перечислить абстрактные признаки, характерные для всех примеров, а также рассуждения, объясняющие, почему решение является хорошим.

Типы шаблонов проектирования взаимодействия

Шаблоны проектирования взаимодействия можно выстроить в иерархию. Их можно применять на различных уровнях инфраструктуры интерфейса:

- Шаблоны позиционирования могут применяться на концептуальном уровне и помогают определить тип продукта в отношении к пользователю.
- Структурные шаблоны решают проблемы, связанные с управлением отображением информации и функциональных элементов на экране.
- Поведенческие шаблоны решают широкий спектр проблем, относящихся к конкретным взаимодействиям с теми или иными элементами интерфейса.

Структурные шаблоны являются, по всей видимости, наименее документированными, однако при этом они распространены повсеместно. На рисунке 2 представлен один из наиболее широко применяемых высокоуровневых структурных шаблонов: навигационная панель слева,

обзорная панель справа вверху, панель подробностей справа внизу.

Данный шаблон является оптимальным для приложений, в которых пользователю требуется работать с разнообразными объектами, объединять объекты в группы, а также просматривать содержимое или свойства отдельных объектов или документов, не переходя на другой экран.

Портирование — адаптация некоторой программы или её части, чтобы она работала в другой среде, отличающейся от той среды, под которую она была изначально написана с максимальным сохранением её пользовательских свойств.

Процесс портирования также называют портированием или переносом, а результат — портом. Но в любом случае главной задачей при портировании является сохранение привычных пользователю интерфейса и приёмов работы с программой. Добавление новых или удаление части имеющихся свойств при портировании программных продуктов не допускается.

Необходимость в портировании возникает обычно из-за различий в системе команд процессора, различий между способами взаимодействия операционной системы и программ (API — Application Program Interface), принципиальных различий в архитектуре вычислительных систем, либо по причине некоторых несовместимостей или даже полного отсутствия используемого языка программирования в целевом окружении.

Международные стандарты значительно упрощают портирование. Они описывают среду исполнения программ таким образом, что различия между платформами становятся минимальными. Часто портирование программ между платформами, реализующими один и тот же стандарт (такой как POSIX.1), сводится к перекомпиляции программы на новой платформе.

Существует также всё расширяющийся набор инструментов, облегчающих портирование, например, таких как GCC, предоставляющий неизменный язык программирования на различных платформах.

Некоторые языки программирования высокого уровня достигают портируемости путем трансляции исходного



Рис. 2. Высокоуровневый структурный шаблон

кода в промежуточный язык, имеющий компиляторы для многих процессоров и операционных систем.

При портировании десктопных приложений на смартфон следует учитывать возможности мобильного устройства, отличные от возможностей персонального компьютера. Они оказывают существенное влияние на работоспособность приложений, но при этом у разработчиков появляются новые способы взаимодействия с пользователем.

К особенностям смартфонов, требующим особого внимания при разработке приложений, относятся:

- Ограниченный доступный объем памяти, как оперативной, так и используемой для хранения пользовательских приложений.
- Сравнительно невысокая скорость обработки информации.
- Слабый графический процессор.
- Ограниченный срок работы устройства от батареи.
- Небольшой экран.

С другой стороны, смартфоны обладают возможностями, отличными от традиционных для обычных компьютеров:

- Сенсорный экран. Здесь отличие только от традиционных ноутбуков, десктопов и нетбуков, т.к. планшеты и ультрабуки тоже обладают возможностями сенсорного ввода.
- Наличие датчиков gps, гироскопа, акселерометра и других, позволяющих использовать изменение положения устройства в пространстве.
- Небольшой размер позволяет легко переключаться между горизонтальным и вертикальным расположением экрана в отличие от устройств с физической клавиатурой.

Особенности портирования приложений на мобильные платформы

С одной стороны, основные принципы проектирования для мобильных устройств являются общими для всех платформ. С другой стороны, при разработке приложения под конкретную систему и Android в том числе необходимо учитывать ее особенности.

Разработка мобильного приложения «с нуля» состоит из нескольких важных этапов:

1. Постановка задачи.
2. Создание прототипа (бумажного или приложения-заглушки).
3. Определение системных требований и выбор инструмента.
4. Работа над графикой и дизайном приложения и разработка приложения (эти процессы обычно выполняются разными людьми и идут параллельно).
5. Тестирование и оптимизация.

Литература:

1. Л. Константайн, Л. Локвуд Разработка программного обеспечения. Пер. с англ. — СПб: Питер, 2004.
2. Дж. Тидвелл Разработка пользовательских интерфейсов Пер. с англ. — СПб: Питер, 2008.
3. Голощапов, А.Л. Android. Создание приложений для смартфонов и планшетных ПК СПб: БХВ-Петербург, 2013 г.
4. Майер Р Android 2: программирование приложений для планшетных компьютеров и смартфонов М.: Эксмо, 2011. — 672 с.

6. Подготовка и публикация приложения в магазине.
7. Сбор аналитики и получение обратной связи.
8. Исправление недочетов и выпуск обновлений.

При портировании приложения на Android есть некоторые отличия от описанного процесса. Задача уже поставлена, есть работающий код, который хотелось бы использовать с минимальными изменениями. Готовое приложение нужно будет готовить к публикации и т.д. абсолютно таким же образом. Но на остальных этапах есть значительные отличия:

Интерфейс, графические элементы и дизайн необходимо продумать на этапе прототипирования и переделать подходящим образом.

Необходимо выбрать наиболее удобный инструмент разработки.

При разработке нужно будет подключить работающий код портируемого приложения.

В процессе тестирования и оптимизации возможны значительные изменения в коде исходного приложения (например, при работе с графикой), к этому надо быть готовым.

При выборе платформы разработки приложения необходимо сначала определиться с ее типом. Существуют три варианта: родная (нативная), Web и гибридная.

Родные (нативные) платформы позволяют создавать приложения, которые замечательно выглядят и воспринимаются, а также обеспечивают сравнительно высокую производительность. Обратная сторона разработки родных приложений для каждой платформы нужно писать свой код. Портирование нативных приложений наиболее сложное.

Мобильные Web-приложения обычно пишут на HTML5, CSS и JavaScript. Их можно написать один раз и запускать на разных платформах, но такие приложения могут уступать родным по внешнему виду, восприятию и производительности. Портирование не представляет особых сложностей.

Гибридные инструменты и среды ликвидируют этот разрыв, сочетая в себе простоту программирования и универсальность Web-приложений с блеском родных приложений. Портирование гибридных приложений зависит от многих факторов, которые могут как упрощать, так и усложнять процесс перехода на другую платформу.

Перед портированием необходимо произвести разделение платформенно-зависимых и платформенно-независимых частей программы. Если при проектировании исходного приложения соблюдался принцип отделения интерфейса от реализации, переделать его под другую платформу будет гораздо проще.

Эйлеровы методы моделирования потоков со свободной поверхностью

Шаланин Виктор Александрович, аспирант, старший преподаватель
Дальневосточный федеральный университет

Ключевые слова: эйлеровы методы, лагранжевы методы, численные методы, расчетная сетка, свободная поверхность, VOF, MAC, алгоритм реконструкции.

В работе представлен анализ и классификация существующих методов расчета потоков со свободной поверхностью, основанных на подходе Эйлера к описанию потоков движущихся жидкостей. Течения со свободной поверхностью играют важную роль во многих сферах науки и техники. Определение положения поверхности раздела сред необходимо при решении задач технической гидравлики. Вычисление точного положения поверхностей раздела фаз при решении сложных задач, в настоящее время, возможно только при создании сложных математических моделей, основанных на численных методах, или путем проведения лабораторных экспериментов.

Свободная поверхность потока — граница между жидкостью и находящимся над ней газом. В большинстве из решаемых задач инженерной гидравлики, плотность жидкости во много раз больше плотности газа, что позволяет пренебрегать влиянием воздуха на движущуюся жидкость.

Для решения многих задач гидротехники, мелиорации и водоснабжения необходимо определять форму и положение границы раздела потока движущейся жидкости. Характерными случаями такого типа являются такие нестационарные задачи как: набегание морских волн на препятствие, обрушение резервуаров, плотин, подпорных стен. В качестве стационарных задач могут рассматриваться: истечение жидкости через затворы плотин водохранилищ, обтекание водосливов и вертикальных опор мостов, движение жидкостей в мелиоративных каналах.

Существует большое количество методов расчета потоков, в которых используются различные способы определения положения свободной поверхности потока жидкости. По способу преобразования уравнений движения среды, различные численные алгоритмы решения гидравлических задач о движении жидкостей с открытой поверхностью можно разделить на 2 вида: на лагранжевы и эйлеровы.

В методах, основанных на подходе Лагранжа, положение свободной поверхности определяется либо узлами подвижной расчетной сетки, либо частицами, переносимыми материальными и динамическими свойствами среды. В методах, основанных на подходе Эйлера, для определения положения свободной поверхности вводятся различные маркеры, которые движутся вместе со средой и не влияют на ее динамику. Роль маркеров могут выполнять точечные частицы, помещаемые вдоль свободной поверхности или в весь объем жидкости, так и пространственные маркер-функции [1].

Эйлеровы методы основаны на подходе Эйлера к записи уравнений движения потока. Эйлеров подход в описании движения заключается в определении характеристик потока сплошной среды в выбранной геометрической точке рассматриваемого пространства. Таким образом в пространстве выбирают точку А, координаты которой имеют значения x, y, z . Движение потока в фиксированном месте, с точки зрения Эйлера, считается известным, если известны функции [2]:

$$\begin{cases} \rho = \rho(x, y, z, t) \\ V = V(x, y, z, t) \\ T = T(x, y, z, t) \end{cases} \quad (1)$$

Переменные x, y, z, t носят название переменных Эйлера.

Уравнение массы при использовании подхода Эйлера имеет вид [3]:

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho \nabla v = 0 \quad (2)$$

Уравнение импульса в подходе Эйлера примет вид [3]:

$$\frac{d\rho V}{dt} + (\nabla p V) V = 0 \quad (3)$$

Исходя из сравнения подходов Эйлера и Лагранжа [4] можно сделать вывод, что с точки зрения Лагранжа, рассматриваются законы изменения гидродинамических характеристик для выбранной точки сплошной среды, а с точки зрения Эйлера — законы изменения характеристик в выбранном месте потока жидкости.

В эйлеровых алгоритмах для дискретизации уравнений движения среды используется, как правило, неподвижная расчетная сетка (в ряде случаев сетка может быть деформируемой в определенных пределах, например, для учета перемещения твердых границ). При этом межфазная граница перемещается по сетке, и для определения ее положения нужны специальные методики. В качестве основных методик используют методы MAC, VOF и метод поверхностных маркеров.

Метод MAC относится к классу методов, расчеты которого проводятся на неподвижной сетке. Для определения наполненности жидкостью ячеек расчетной области используются точечные частицы-маркеры, распределенные по объему жидкости и движущиеся вместе с ней. Вводимые в поток частицы-маркеры не занимают объема и не влияют на характер течения. В этом методе ячейка сетки будет содержать жидкость, если имеет внутри себя хотя бы один маркер, если нет, то ячейка пуста.

Достоинством такого метода является возможность расчета сложных течений с объединением и разделением объемов жидкости. Это достоинство обусловлено тем, что маркеры отслеживают движение единичных объемов жидкости, а не точек положения свободной поверхности. Таким образом свободная поверхность определена как граница объема, занятого жидкостью, посредством этого, поверхности потоков могут свободно объединяться и распадаться.

Недостатками МАС являются: низкая экономичность (расчет достаточно большого количества мар-

керов), при недостатке частиц снижется точность и появляется возможность образования нефизичных пустот в потоке.

Практическое применение метода МАС ограничивалось преимущественно двумерными задачами; на сегодняшний день данный метод почти не используется [1]. Методы, использующие функцию маркер, имеют возможность моделировать наиболее сложные течения. Схема определения свободной поверхности представлена на рис. 1.

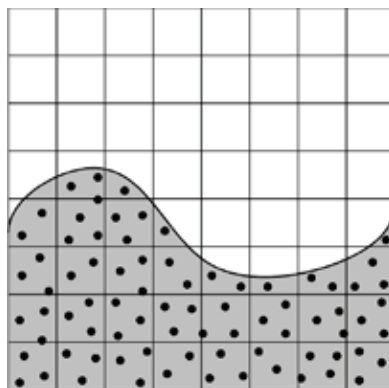


Рис. 1. Определение положения свободной поверхности по положению дискретных маркеров при использовании метода МАС [1]

Суть метода поверхностных маркеров заключается в том, что точечные частицы-маркеры расположены не в объеме жидкости, а только на поверхности раздела. Данный метод является более экономичным по сравнению с методом МАС, а также позволяет более точно описывать контактную границу и поверхностное натяжение. Недостатком же является то, что в данном методе при поверхностном распределении маркеров расчет течений со слиянием или разделением объемов жидкости становится проблематичным. Также сохранена проблема

потери точности расчетов, за счет уменьшения концентрации маркеров при сильной деформации свободных поверхностей, присутствующая и в методе МАС. Метод поверхностных маркеров является наиболее эффективным при решении двумерных задач, однако данная методика с трудом обобщается на трехмерный случай. В связи с этим практическое применение метода поверхностных маркеров не вышло за рамки двумерных задач [1]. Схема определения свободной поверхности представлена на рис. 2.

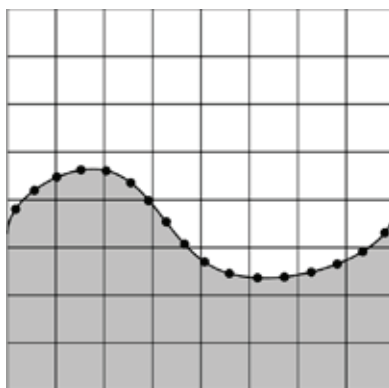


Рис. 2. Определение положения свободной поверхности по положению дискретных маркеров при использовании метода поверхностных маркеров [1]

Метод VOF (Volume-of-Fluid method) является в настоящее время наиболее популярным и используется

в известных программах вычислительной гидродинамики, таких как ANSYS Fluent, Star-CD и CFX, Flow-3D.

В методе вместо функции маркера используют специальную функцию объемной доли жидкости в ячейке расчетной сетки — C . Если в элементе сетки доля жидкости $C=1$ — ячейка заполнена жидкостью, если $C=0$ — то ячейка пуста. Границе раздела сред соответствует значение величины $0 < C < 1$. В отличие от MAC, в методе VOF необходимо хранить в ячейке только одну переменную, что делает метод намного более экономичным в отношении вычислительной мощности.

Важной частью метода является алгоритм реконструкции свободной поверхности на основе значений C . Существует несколько основных подходов [5]:

1. SLIC — Simple Line Interface Calculation. В SLIC методе граница раздела фаз представлена вертикальной или горизонтальной линией и определяется из величины функции C в соседних ячейках;

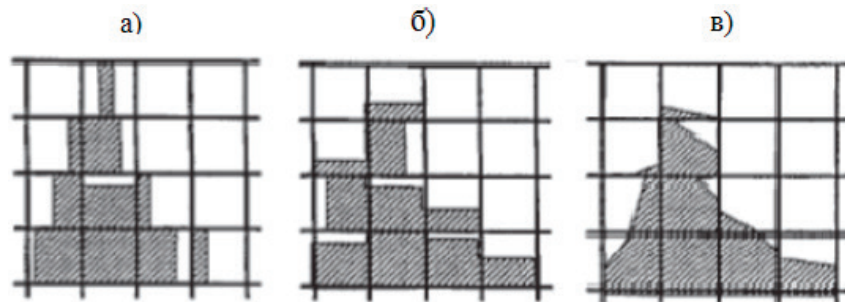


Рис. 3. Схематическое представление результатов реконструкции свободной поверхности в методе VOF: а, б — алгоритм SLIC, в-алгоритм P&Y [5]

2. б) P&Y — Parker and Young’s method. В данном методе свободная поверхность жидкости в ячейке представляется в виде прямой, угол наклона β которой определяются из выражения $\tan \beta = \frac{-\partial C / \partial x}{\partial C / \partial y}$;

3. Least squares volume-of-fluid reconstruction algorithm (LVIRA). Свободная поверхность жидкости в ячейке

представляется в виде наклонной прямой, угол наклона которой определяется из условия минимизации функции:

$$E_{i,j}^2(\tan \beta) = \left(\sum_{k,j=-1}^1 (C_{i+k,j+1}^-(\tan \beta) - C_{i+k,j+1})^2 \right)^{1/2} \quad (4)$$

На основе представленных данных о методах расчета потоков со свободной поверхностью основанных на Эйлеровом подходе к изучению движения жидкости можно сделать следующие выводы:

1. Эйлеровы методы являются наиболее эффективными в практическом плане, за счет возможности пользовательского изменения структуры и размеров расчетной сетки в зависимости от рассматриваемой задачи;
2. Метод MAC, основанный на добавлении маркеров в поток жидкости, является пригодным для решения сложных задач, но является наиболее ресурсозатратным;

3. Метод поверхностных маркеров не пригоден для решения сложных задач, но является менее требовательным к вычислительной мощности;

4. Наиболее распространённым и доступным является метод VOF, основанный на нахождении объёмной доли жидкости в ячейках. Данный метод является оптимальным по спектру решаемых задач и экономии ресурсов, требуемых для решения задачи.

Литература:

1. Храбрый Александр Иосифович. Численное моделирование нестационарных турбулентных течений жидкости со свободной поверхностью: диссертация... кандидата физико-математических наук: 01.02.05 / Храбрый Александр Иосифович; [Место защиты: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет]. — Санкт-Петербург, 2014. — 154 с.
2. Валландер, С. В. Лекции по гидроаэромеханике. Учеб. пособие. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1978. — 296с.
3. Поттер, Д. Вычислительные методы в физике / Д. Поттер. — М.: Мир, 1975.
4. Седов, Л. И. Механика сплошной среды. Том 1. М.: Наука, 1970 г. — 492с.
5. Elbridge Gerry Puckett and James Edward Pilliod Jr, Second-order accurate volume of-fluid algorithms for tracking material interfaces // Journal of Computational Physics, no. 192, pp. 465–502, 30-Jun-2004.

Лагранжевы методы моделирования потоков со свободной поверхностью

Шаланин Виктор Александрович, аспирант, старший преподаватель
Дальневосточный федеральный университет

Ключевые слова: лагранжевы методы, эйлеровы методы, численные методы, свободная поверхность, сеточный метод, бессеточный метод, LINC, SPH, PFEM.

В работе представлено описание и сравнение существующих методов расчета потоков со свободной поверхностью, основанных на подходе Лагранжа к описанию движущихся жидкостей. Течения со свободной поверхностью играют огромную роль во многих сферах науки и техники. Определение положения поверхности раздела сред необходимо при решении многих задач инженерной гидравлики. Точное вычисление положения поверхностей такого рода, при решении сложных задач, возможно только при использовании численных методов или экспериментальным путем.

Свободная поверхность потока — граница между жидкостью и находящимся над ней газом. При решении большинства задач гидравлики открытых потоков необходимо определять форму и положение границы раздела потока движущейся жидкости. Характерными случаями такого типа являются такие нестационарные задачи как: набегание потока жидкости на препятствие, обрушение резервуаров, плотин, подпорных стен. В качестве стационарных задач рассматриваются: истечение жидкости через затворы плотин водохранилищ, обтекание поверхностей водосливов и опор мостов, движение жидкостей в каналах с постоянным расходом.

Существует множество методов расчета течений, в которых используются разные способы определения положения свободной поверхности потока жидкости. По способу преобразования уравнений движения среды, различные численные алгоритмы решения гидравлических задач о движении жидкостей с открытой поверхностью можно разделить на 2 вида: на лагранжевы и эйлеровы. Лагранжевы методы основаны на подходе Лагранжа к записи уравнений движения потока, эйлеровы же методы основаны на подходе Эйлера.

В лагранжевых методах положение свободной поверхности определяется либо узлами подвижной расчетной сетки, либо частицами, переносящими материальные и динамические свойства среды. В эйлеровых методах, для определения положения свободной поверхности вводятся различные маркеры, которые движутся вместе со средой и не влияют на ее динамику. В качестве маркеров, могут выступать как точечные частицы, помещаемые вдоль свободной поверхности или в весь объем жидкости, так и пространственные маркер-функции [1].

Подход Лагранжа в описании движения относится к типу отсчётных. В некоторый выбранный начальный момент времени каждая из жидких частиц маркируется путём присвоения ей определенных значений координат в вы-

бранный момент времени. В дальнейшем прослеживается движение каждой частицы индивидуально. При использовании такого подхода положение частицы в каждый момент времени будет зависеть от параметров a, b, c и t , которые называются переменными Лагранжа. Координаты частиц при лагранжевом подходе имеют вид [2]:

$$\begin{cases} x = x(a, b, c, t) \\ y = y(a, b, c, t) \\ z = z(a, b, c, t) \end{cases} \quad (1)$$

Гидродинамические величины потока являются функциями a, b, c, t [2]:

$$\begin{cases} \rho = \rho(a, b, c, t) \\ V = V(a, b, c, t) \\ T = T(a, b, c, t) \end{cases} \quad (2)$$

Переменные a, b, c несут название переменных Лагранжа.

Уравнение массы при использовании подхода Лагранжа имеет вид [3]:

$$\frac{dp}{dt} = -\rho \nabla v \quad (3)$$

Уравнение ускорения в подходе Лагранжа примет вид [3]:

$$\rho \frac{dv}{dt} = -\nabla p \quad (4)$$

Исходя из сравнения подходов Эйлера и Лагранжа [4] можно сделать вывод, что с точки зрения Лагранжа, рассматриваются законы изменения гидродинамических характеристик для выбранной точки сплошной среды, а с точки зрения Эйлера — законы изменения характеристик в выбранном месте потока жидкости.

В лагранжевых методах для получения дискретных аналогов уравнений гидродинамики используется набор узловых точек, перемещающихся вместе со средой. В качестве точек могут быть использованы узлы расчетной сетки или просто точечные частицы, не связанные друг с другом сеточными линиями. При решении задач, данные узловые точки перемещаются вместе со средой и автоматически отслеживают положение границы раздела сред.

Если используемый метод основан на движении узлов расчетной сетки, то такой метод называется сеточным, если же он основан на движении точечных несвязанных частиц, то бессеточным.

Отличительной особенностью и главным достоинством сеточных лагранжевых методов является отслеживание границы раздела узлами расчетной сетки, которая может претерпевать деформацию вместе с изменением формы потока жидкости. Данная характеристика позволяет максимально точно описывать положение поверхности раздела сред и проводить учет сложных граничных условий, например, сил поверхностного натяжения. Большинство случаев практического применения лагранжевых методов, как правило, ограничено относительно простыми течениями с небольшой деформацией свободной поверхности. Для расчета сложных, сильно деформированных течений, в которых граница раздела разрушается (поток с образованием воздушных включений, заполнение резервуаров и свободное движение струй жидкости), использование методов деформируемых сеток сопряжено со значительными сложностями или не представляется возможным. Пример использования сеточного лагранжевого метода представлен на рисунке 1.

Сеточные лагранжевые методы решения задач гидравлики используют следующий алгоритм [5]:

1. Формирование множества частиц в каждой подобласти;
2. Идентификация границ подобласти (вследствие её возможной деформации);
3. Построение новой сетки в каждой подобласти;
4. Осуществление решения основных уравнений гидравлики;
5. Перемещение частиц;
6. Переход к следующему временному шагу и возврат к пункту 1.

Наиболее простым лагранжевым методом отслеживания положения границы раздела является метод **LINC** — Lagrangian Method for Incompressible Flow. Метод основан на использовании сетки, узлы которой движутся вместе с жидкостью, так что граница раздела ав-

томатически отслеживается узлами расчетной сетки [1]. Метод LINC применим только для узкого класса задач, для которых относительная деформация элементов сетки достаточно мала, примером потока такого вида, является плавно изменяющееся движение воды перед водосливом и на его гребне.

Одним из сеточных методов, использующий сеточное лагранжево описание среды, является PFEM — метод конечных элементов с частицами. Преимуществами метода PFEM являются возможности моделирования течения жидкости со свободной поверхностью, процессов образования брызг, и потоков с высокой степенью деформации свободной поверхности. Главным недостатком такого метода является постоянное перестроение сетки на каждом шаге по времени.

В основе бессеточных лагранжевых методов лежит замена исследуемой среды набором точечных частиц, которые несут ее физические характеристики. В качестве характеристик могут выступать скорость, плотность и давление. Частицы моделируемого потока жидкости не связаны между собой линиями сетки и не ограничены в перемещении по заданному пространству. По значениям физических величин частиц, размещенных в некой области, могут быть аппроксимированы поля характеристик потока в этой области. Используя такие восстановленные поля величин, уравнения движения потока жидкости преобразовываются в уравнения, связывающие движения соседних частиц.

Наиболее распространенным методом является **SPH** — Smoothed Particle Hydrodynamics или «Метод сглаженных частиц». В основе метода SPH лежит дискретизация расчетной области набором лагранжевых частиц, которые можно представлять, как элементарные объёмы потока жидкости. Пространственное расстояние между частицами именуется «длиной сглаживания». Основные достоинства метода SPH — высокая точность описания

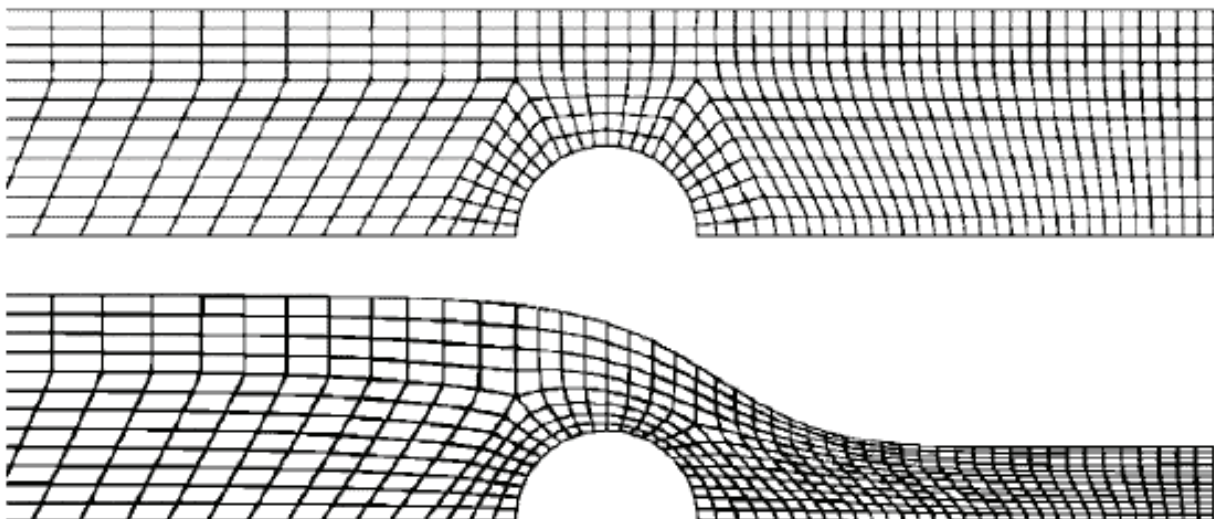


Рис. 1. Деформация сетки при расчете перетекания потока через полуцилиндр [1]

конвекции и сложных течений с сильной деформацией свободной поверхности.

Метод SPH имеет следующие достоинства и недостатки [1]:

- Метод позволяет легко варьировать степень точности решения и, соответственно, вычислительные затраты для различных подобластей расчетной области путем задания различной длины сглаживания;
- Возможность учета сил поверхностного натяжения может быть встроена в метод;
- При расчетах могут возникать проблемы, такие как: возникновение скоплений частиц и образование нефизических пустот внутри потока жидкости;
- Метод не предназначен для расчета стационарных течений;
- В методе нет возможности обеспечения требуемой густоты расчетных частиц в каких-либо выбранных участках расчетной области, вследствие непрерывного

движения частиц в среде жидкости. По этой причине могут возникать дополнительные сложности с точным определением пограничного слоя жидкости при контакте с твердой поверхностью, что зачастую необходимо при расчете потоков в каналах с высокой шероховатостью, с участками отрыва потока и образованием циркуляционных зон.

На основе выше представленных сведений о методах расчета потоков со свободной поверхностью, основанных на подходе Лагранжа к изучению движения жидкости можно сделать следующие выводы:

5. Лагранжевы методы являются эффективными при расчете потоков со слабдеформируемой поверхностью;
6. При расчете сильно деформируемых потоков лагранжевы методы становятся неэффективными;
7. В отличие от эйлеровых методов, лагранжевы не позволяют выполнить сгущение расчетной сетки или числа частиц в выбранных областях, что зачастую необходимо для повышения точности расчетов.

Литература:

1. Храбрый Александр Иосифович. Численное моделирование нестационарных турбулентных течений жидкости со свободной поверхностью: диссертация... кандидата физико-математических наук: 01.02.05 / Храбрый Александр Иосифович; [Место защиты: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет]. — Санкт-Петербург, 2014. — 154 с.
2. Валландер, С. В. Лекции по гидроаэромеханике. Учеб. пособие. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1978. — 296с.
3. Поттер, Д. Вычислительные методы в физике / Д. Поттер. — М.: Мир, 1975.
4. Седов, Л. И. Механика сплошной среды. Том 1. М.: Наука, 1970 г. — 492с.
5. Давыдова, Е. В., Корчагова В. Н., Марчевский И. К. Использование метода конечных элементов с частицами для решения задач гидродинамики // Наука и Образование. МГТУ им. Н. Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 6. с. 329–345.

Улучшение характеристик рабочих веществ на месторождении «Учкыр»

Шарипов Кахрамон Кандиёрович, кандидат химических наук, старший преподаватель;
Самихов Толиб Тохирович, магистрант
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Исходным сырьем для УНТС является очищенный газ после СОУ «Учкыр». Состав газа на входе УНТС «Учкыр» приведен в таблице 1.

Параметры исходного газа:

- давление на входе в УНТС 4,8–5,0 МПа;
- температура 30–35°C.

Предлагаемая технология предусматривает получение товарного газа, удовлетворяющего по качеству требованиям государственного стандарта O’zDSt 948:1999 “Газы горючие природные, подаваемые в магистральные газопроводы”. Технические условия:

- температура точки росы газа по влаге в летний период не выше 0°C, в зимний период не выше минус 5°C
- температура точки росы газа по углеводородам в летний и зимний периоды не выше 0 оС.

Параметры товарного газа на выходе из УНТС:

- давление — 2,5 МПа;
- температура — 26–40°C.

Сжатый воздух, предназначен для испытания приборов и средств автоматизации пневматической системы контроля и регулирования, поддержания заданных параметров рабочих сред, стабильной и безаварийной работы технологической нитки, а также для контроля за основными параметрами.

Реагенты

НТС природного газа — технологический процесс, предназначенный для выделения из потока газа в промышленных условиях углеводородного конденсата и влаги при низких

Таблица 1. Состав газа на входе УНТС «Учкыр»

1 Объемная доля компонентов, %:	Значение
CH ₄	92,02
C ₂ H ₆	3,70
C ₃ H ₈	1,12
iC ₄ H ₁₀	0,19
nC ₄ H ₁₀	0,27
C ₅ H _{12+высш}	0,30
H ₂ S	-
N ₂	0,66
CO ₂	1,74
Итого	100,0
2 Плотность при 20°C и 760 ммрт.ст., кг/м ³	0,7438
3 Молекулярная масса газа	17,823

температурах. Изменение температурного режима при наличии в газе жидкой и твердой фаз, соотношение между которыми изменяется в зависимости от термодинамических условий, может привести к гидратообразованию в системе технологической линии установки НТС. В качестве антигидратного ингибитора на проектируемой технологической нитке предлагается использовать диэтиленгликоль (ДЭГ).

Химическая формула ДЭГ — C₄H₁₀O₃. ДЭГ смешивается с водой в любых соотношениях. В таблице 2 при-

ведены физико-химические свойства химически чистого ДЭГ. Молекулярная масса — 106,12; относительная плотность при 20°C — 1,1184 г/см³. Температура кипения при атмосферном давлении равна 244,8 °C, температура замерзания — минус 8 °C, критическая температура — 410 °C, критическое давление — 5,10 МПа.

Товарный ДЭГ, используемый на установке, должен соответствовать требованиям и нормам ГОСТ 10136–77 «Диэтиленгликоль. Технические условия.» (таблица 3).

Таблица 2. Физико-химические свойства диэтиленгликоля

Наименование показателей	Единица измерения	Показатели
1 Формула	-	C ₄ H ₁₀ O ₃
2 Молекулярная масса	у.е.	106,12
3 Температура кипения при 760 ммHg.	°C	244,8
при 50 ммHg		164
при 10 ммHg.		128
4 Температура начала разложения	°C	164
замерзания		минус 8
вспышки		135
воспламенения		143–170
самовоспламенения		345
5 Критическое давление	МПа	5,0
6 Критическая температура	°C	410,0
7 Относительная плотность при 20°C (воды равна 1)		1,1184
8 Теплоемкость при 15,6 °C	кДж/ (кг·°K)	2,09
9 Теплота парообразования при атмосферных условиях	кДж/кг	628,1
10 Коэффициент теплопроводности при 20°C	В/ (м ² ·°C)	0,2482
11 Поверхностное натяжение при 20 °C	10 ⁻³ Н/м	48,5
при температуре кипения		26,28
12 Индекс рефракции при 20 °C	-	1,4472
13 Вязкость при 20 °C	МПа·с	35,7
14 Коэффициент объемного расширения при 20 °C		0,00064

Таблица 3. Техническая характеристика товарного диэтиленгликоля

Наименование	Единица измерения	Показатели в соответствии с ГОСТ 10136–77		Показатели, обязательные для проверки
		А ОКП 24 2213 0100	Б ОКП 24 2213 0200	
1. Форма		жидкость	жидкость	Перед использованием проверить плотность, массовую концентрацию и внешний вид товарного диэтиленгликоля
2. Цветность	единица Хазена	10	20	
3. Плотность при 20°C	г/см ³	1,116	1,117	
4. Массовая доля органических примесей, не более	%	0,4	1,8	
в том числе этиленгликоля, не более	%	0,15	1,0	
5. Масса диэтиленгликоля, не менее	%	99,5	98	
6. Масса воды, не более	%	0,05	0,2	
7. Масса кислот при пересчете на уксусную кислоту, не более	%	0,005	0,01	
8. Число омыления на 1 г продукта	mgKOH	0,1	0,3	
9. Температурные пределы при перегонке при давлении 101,3 кПа (760 ммрт.ст.) начала перегонки, не ниже	°C	244	241	
	°C	249	250	

Литература:

1. Ли, Р. Ч. Выбор оптимальных технологических режимов на установках низкотемпературной сепарации газа // Узбекский журнал нефти и газа. — Ташкент, 1999. — № 2. — с. 36–38.
2. Ли, Р. Ч. Исследования с применением вихревой трубы на установках низкотемпературной сепарации газа // Республика Узбекистан. Олий таълим вазирлиги. — ТашГТУ: «Вестник ТашГТУ», 2004. — № 4. — с. 123–127.
3. Ли, Р. Ч. Методические вопросы прогнозирования технологических показателей системы сепарации газа на газоконденсатном месторождении // Науч.— техн. журнал: Химия и химическая технология. — Ташкент, 2005. — № 3. — с. 68–71.
4. Ли, Р. Ч., Айрапетян Л. Р. Выбор оптимальных технологических параметров эксплуатации УКПГ Зеварды. // Узбекский журнал нефти и газа. — Ташкент

Исследование процесса низкотемпературной сепарации природного газа на месторождении «Учкыр»

Шарипов Кахрамон Кандиёрович, кандидат химических наук, старший преподаватель;

Самихов Толиб Тохирович, магистрант

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Требования к очищенному газу в значительной степени определяют выбор технологической схемы. Для подготовки газа Газлинской группы месторождений (после его очистки от сероводорода и двуокиси углерода на СОУ «Учкыр») предлагается строительство установки низкотемпературной сепарации газа с использованием турбодетандерного агрегата. Производительность проектной УНТС составляет 1,5 млрд. м³ в год.

Предлагаемая принципиальная технологическая схема УНТС «Учкыр».

В состав УНТС входят:

- установка НТС газа;
- установка огневой регенерации ДЭГ;
- факельное хозяйство.

Установка НТС газа состоит из одной технологической нитки производительностью по газу 200,0 тыс.м³ в сутки.

В состав установки НТС входят:

- теплообменник “газ-газ” Т-101;
- блок газосепаратора С-0 для предотвращения попадания капельной жидкости в ТДА;

- моноблочный турбодетандерный агрегат;
- блок вертикального низкотемпературного газосепаратора С-103 сепарации газа;
- насосы Н-301 для впрыска регенерированного ДЭГ на вход детандера.

В состав установки огневой регенерации ДЭГ входят:

- блок разделителя Р-301;
- блок выветривателя насыщенного ДЭГ (НДЭГ) В-301;
- блок огневого регенератора ДЭГ ОР-301;
- емкость-сборник регенерированного ДЭГ (РДЭГ) Е-301;
- насосы для перекачки горячего РДЭГа из ОР-301 в емкость Е-301 — Н-302;
- теплообменник “РДЭГ — конденсат+НДЭГ” Т-301;
- теплообменник “парогазовая смесь — конденсат+НДЭГ” Т-302;
- сепаратор С-301;
- насосы впрыска РДЭГа;
- подземная дренажная емкость Е-302 с погружным насосом;
- склад ДЭГ и ингибитора коррозии.

Принципиальная схема УНТС газас указанием технологических параметров материальных потоков представлена на рисунке 2.

Входной поток газа в объеме 4,8 млн.м³/сут с давлением 5,0 МПа и температурой 35 °С поступает в трубное пространство рекуперативного теплообменника Т-101, где охлаждается до температуры 26 °С обратным потоком холодного газа. Из теплообменника Т-101 газ с давлением 4,95 МПа поступает в блок сепаратора С-0 для отделения жидкой фазы, выделившейся при охлаждении газа в теплообменнике Т-101. Блок сепаратора С-0 предназначен для предотвращения попадания жидкой фазы в турбодетандер. Из блока сепаратора С-0 поток газа с давлением 4,9 МПа направляется в турбодетандер, где происходит расширение газа до давления 1,6 МПа. При этом температура газа снижается до минус 25 °С.

Для предотвращения гидратообразования в поток влажного перед турбодетандером подается регенерированный ДЭГ с концентрацией 80% масс.

Для учета количества ингибитора гидратообразования, подаваемого в поток газа перед турбодетандером, необходимо установить расходомеры на линиях его подачи.

Охлажденный газожидкостной поток с давлением 1,694 МПа поступает в блок низкотемпературного сепаратора С-103, где происходит отделение газа от насыщенного водой ДЭГ и углеводородного конденсата.

Очищенный и осушенный газ из блока сепаратора С-103 проходит межтрубное пространство рекуперативного теплообменника Т-101 и с давлением 1,5 МПа поступает на вход компрессора, расположенного на одном валу с детандером.

В компрессоре газ компримируется до давления 2,5 МПа и через узел замера направляется в газопровод до

головных сооружений Газли (в летний период на закачку в ПХГ Газли, в зимний период — на вход ДКС Газли).

Конденсат, выделяемый на установке НТС, направляется в существующую систему подготовки углеводородного конденсата СОУ «Учкыр», насыщенный ДЭГ направляется в проектируемую систему огневой регенерации ДЭГ.

Необходимо предусмотреть байпасную линию для подачи газа на вход в блок сепаратора С-103, минуя турбодетандер в случае его остановки.

Смесь “НДЭГ + конденсат” с установки НТС поступает последовательно в трубное пространство теплообменников Т-301 и Т-302.

В качестве теплоносителя в межтрубное пространство подается: в теплообменник Т-301 — горячий регенерированный ДЭГ (РДЭГ), в теплообменник Т-302 — парогазовая смесь из огневого регенератора ОР-301.

Нагретая в теплообменниках смесь НДЭГ + конденсат направляется в блок разделителя Р-301, где происходит отделение жидкой фазы от газовой. Жидкая фаза разделяется по плотности на НДЭГ и газовый конденсат.

Из блока разделителя Р-301 НДЭГ направляется в выветриватель В-301, конденсат — в существующую систему подготовки конденсата СОУ «Учкыр» (Р-401).

Из выветривателя В-301 НДЭГ направляется в огневой регенератор ОР-301, газы дегазации — в коллектор факельных газов высокого давления.

Процесс низкотемпературной сепарации предназначен для извлечения из потока природного газа значительной части углеводородов, являющихся сырьем, а также влаги в промысловых условиях. Механизм действия сепарационных процессов основан на изменении фазовых соотношений газоконденсатных смесей при изменении параметров системы. Эффективность работы установок НТС при совершенном оборудовании и достижении состояния равновесия зависит от давления в низкотемпературном сепараторе, температуры и состава исходной смеси.

Основным показателем эффективности работы установки НТС служит средневзвешенная по технологическим линиям температура точки росы осушенного газа или температура сепарации и пропорциональная ей степень извлечения из исходного потока сжиженных углеводородов. Для процесса обработки газа на установке НТС целесообразно поддерживать режим, обеспечивающий минимальную среднюю температуру сепарации газа.

Производительность технологической нитки НТС 4,8 млн.м³/сут по газу. На входе в технологическую нитку давление газа — 5,0 МПа, температура — 35 °С, влагосодержание — 0,9 г/м³. Для предупреждения гидратообразования в поток газа на входе в теплообменник Т-102 впрыскивается 80% регенерированный диэтиленгликоль (РДЭГ) в количестве 715,4 кг/ч.

Проведенные расчеты процесса низкотемпературной сепарации газа показывают, что при подаче с месторождения на проектную технологическую нитку сырого

газа в объеме 200000 м³/ч будет получено 199400 м³/ч очищенного и осушенного газа и 1533 кг/ч нестабильного конденсата, направляемого в существующую систему подготовки конденсата СОУ «Учкыр».

Литература:

1. Ли, Р. Ч. Выбор оптимальных технологических режимов на установках низкотемпературной сепарации газа // Узбекский журнал нефти и газа. — Ташкент, 1999. — № 2. — с. 36–38.
2. Ли, Р. Ч. Исследования с применением вихревой трубы на установках низкотемпературной сепарации газа // Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта махсус таълим вазирлиги. — ТашГТУ: «Вестник ТашГТУ», 2004. — № 4. — с. 123–127.

Изучение физико-химических свойств адсорбентов при очистке сернистых газов

Шарипов Кахрамон Кандиёрович, кандидат химических наук, старший преподаватель;
Юсупов Тимур Абдусаламович, магистрант
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Синтетические цеолиты обладают рядом уникальных свойств, отличающих их от адсорбентов других типов, из которых для целей сероочистки первостепенное значение имеют следующие:

- ярко выраженная избирательность адсорбции и полярных молекул;
- высокая адсорбционная емкость при повышенных температурах (до 100°С) и малых парциальных давлениях извлекаемого компонента;

— близость диаметров входных окон в полости цеолита к размерам молекул, что позволяет осуществить селективную адсорбцию.

В табл. 1 собрана информация о емкости различных адсорбентов по отношению к сульфиду водорода, которая показывает, что наибольшей ёмкостью по H₂S обладают цеолиты. Аналогичный вывод можно сделать также при сравнении активности различных видов сорбентов по отношению к меркаптанам.

Таблица 1. Емкость различных адсорбентов по сульфиду водорода (t = 30°С, p_{H₂S} = 50 мм рт. ст.)

Адсорбент	Удельная поверхность, м ² /г	Количество адсорбированного H ₂ S	
		мг/м ²	мг/г
Магнийевый силикат (SiO ₂ /MgO = 1,62)	428,6	0,0553	23,65
Магнийевый силикат (SiO ₂ /MgO = 2,28)	324,5	0,0654	21,23
Силикагель	313,2	0,0245	7,67
Активный уголь	1285,5	0,0229	29,28
	1209,0	0,0319	38,60
	495,0	0,07807	38,75
	—	—	102,35
Цеолит F-9	—	—	91,10
Цеолит 13X	—	—	91,54
Цеолит 5A	—	—	—

Высокая емкость цеолитов по серосодержащим компонентам обусловлена наличием сильного электростатического поля в адсорбционных полостях.

В работе изучен механизм адсорбции сульфида водорода и сероорганических соединений на цеолитах и показано, что при адсорбции имеет место взаимодействие атома серы с обменными катионами и протонами R₂S (H₂S, RSH) — Meⁿ⁺ (H⁺), сила которого определяется, с одной стороны, электронодонорными свойствами атома

серы в молекулах ад-сорбатов, с другой — акцепторными свойствами катионов на поверхности цеолитов.

Донорная способность атомов серы возрастает с увеличением степени метилирования органических молекул: (CH₃)₂S > C₂H₅SH > CH₃SH > H₂S > COS.

В такой же последовательности изменяется адсорбционная емкость цеолитов по сернистым соединениям. Влияние типа цеолита и основности обменного катиона на адсорбционную емкость иллюстрирует табл. 2.

Замена части катионов натрия катионами калия с большей основностью приводит к увеличению емкости цеолитов. Причиной повышенной емкости цеолитов

типа X по сравнению с цеолитами типа Y является более высокая концентрация катионов в первых.

Таблица 2. Адсорбционная емкость различных цеолитов по сульфиду водорода в динамических условиях (скорость газа 0,03 м/с, концентрация H_2S 0,01% об., газ-носитель — азот)

Цеолит	Емкость по сульфиду водорода (г/100 г цеолита) при различной температуре		
	25 °С	70 °С	180 °С
LiNaX	11,6	5,0	1,6
NaX	11,9	5,3	1,8
KNaX	13,6	6,8	2,1
LiNaY	2,4	0,8	0,5
NaY	3,0	1,3	0,8
KNaY	3,3	1,5	0,9

Для сероочистки природного газа применяются цеолиты типа NaA (4A), CaA (5A), NaX (13X). Как следует из рис. 1, наибольшей адсорбционной емкостью почти во всем интервале парциальных давлений сульфида водорода и этилмеркаптана обладает цеолит NaX. При давлениях до 1 мм рт. ст. величина адсорбции на цеолитах CaA и NaX примерно одинакова. Следует, однако, отметить, что несмотря на лучшие адсорбционные ха-

рактеристики цеолита NaX по индивидуальным сернистым соединениям, целесообразность выбора того или иного цеолита рис. 3 для решения конкретных задач во многом определяется составом природного газа. В отличие от цеолитов с меньшим размером входных окон в адсорбционные полости (NaA, CaA) цеолиты NaX поглощают все молекулы с эффективным диаметром менее 9А.

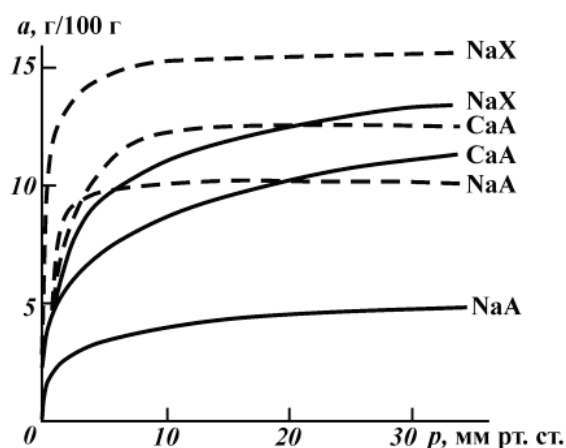


Рис. 1. Изотермы адсорбции сульфида водорода (сплошные линии) и этилмеркаптана (пунктирные линии) на различных цеолитах

Наличие в газе высоких концентраций тяжелых алифатических или ароматических углеводородов и других соединений, хорошо сорбируемых цеолитом, может оказать значительное влияние на величину адсорбционной емкости цеолита по сернистым соединениям.

В процессе очистки природных газов, когда происходит и совместная адсорбция различных углеводородов, распределение компонентов в слое становится более сложным, и, кроме того, меняющимся во времени. По сорбируемости на цеолитах соединения, входящие в со-

став природного газа, могут быть расположены в ряд $H_2O > RSH > H_2S > COS > CO_2$. Сорбируемость углеводородов возрастает по мере увеличения их молекулярного веса.

Факт соадсорбции компонентов природного газа, изменения его состава во времени должны быть учтены на стадии проектирования. Анализ возможного влияния соадсорбции компонентов позволит правильно рассчитать размеры аппаратуры, продолжительность стадии очистки, условия проведения процессов адсорбции и регенерации,

правильно выбрать тип цеолита в зависимости от поставленной цели.

Практический интерес представляет изучение характера изменения углеводородного состава природного газа во времени. К процессам, чувствительным к колебаниям состава сырьевого газа, относится, например, процесс низкотемпературного извлечения гелия, включающий стадии сжижения и газофракционирования. Изменение

концентрации углеводородов в очищенном газе во времени в процессе очистки природного газа.

Анализ изменений состава очищенного газа во времени позволил авторам установить некоторые закономерности, которые легли в основу выработанной методики расчета адсорбционной емкости цеолита по меркаптанам в зависимости от содержания в природном газе воды и тяжелых углеводородов.

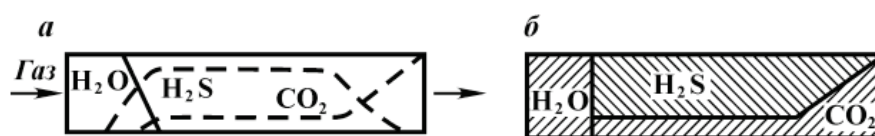


Рис. 2. Распределение соединений в слое цеолита%: а — реальное; б — модель

Литература:

1. Переработка природного газа и конденсата: Справочник: В 2ч. — М: ООО «Недрабизнесцентр», 2002. — 517 с.
2. Рябова, Т. С., Чемодуров П. А. Очистка природного газа от сероводорода. М.: ВНИИГазпром, 1997.

Исследование этаноламинов при очистке сернистых газов узбекистанских месторождений

Шарипов Кахрамон Кандиёрович, кандидат химических наук, старший преподаватель;
Юсупов Тимур Абдусаламович, магистрант
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Сырье крупных месторождений нефти и газа, характеризуются высоким содержанием кислых компонентов (H₂S и CO₂) и сероорганических соединений. Применение в данном случае традиционных процессов очистки сопряжено с большими удельными капитальными и эксплуатационными затратами. Это поставило проблему разработки и промышленного освоения новых, экономичных и безотходных технологий, обеспечивающих полное и квалифицированное использование всех компонентов перерабатываемого сырья с учетом возрастающих требований по экологической безопасности и энергоресурсосбережению.

Основным направлением интенсификации процессов очистки природного газа от H₂S и CO₂ и сероорганических соединений является применение водно-неводных абсорбентов на основе диэтанолamina и метилдиэтанолamina. Это позволяет в зависимости от конкретных условий решать различные задачи: селективное извлечение сероводорода из смеси с диоксидом углерода, комплексная очистка газа от кислых компонентов и сероорганических соединений и др.

В результате был разработан ряд новых эффективных и экономических процессов:

- процесс сероочистки газа высококонцентрированными растворами диэтанолamina (40% мас.);

- процесс селективной очистки газа от сероводорода с использованием растворов МДЭА;

- процесс очистки газа с применением водных растворов смеси МДЭА и ДЭА;

- процесс одновременной очистки газа от кислых компонентов и сероорганических соединений абсорбентом физико-химического действия.

Повышение концентрации амина позволяет снизить количество циркулирующего раствора при сохранении нагрузки по сырью газу, и, следовательно, сократить затраты теплоты на регенерацию насыщенных растворов, а также потребление электроэнергии на перекачку раствора амина.

Испытания проводили на одной установке III очереди ОГПЗ. Установка состоит из двух идентичных параллельно работающих ниток, каждая из которых включает один абсорбер с диаметром N_н = 3,8 м и один десорбер переменного сечения N_н = 2,7/3,7 м (верх/низ) с соответствующим теплообменным и холодильным оборудованием.

Абсорбер и десорбер оснащены ситчатыми тарелками провального типа. В абсорбере установлено 25 тарелок, в десорбере — 33 тарелки (в отпарной — нижней части — 22 тарелки, в верхней — кондиционно-охлади-

тельной — 10 тарелок). Питание абсорбера — двухпоточное с одинаковой степенью регенерации раствора на 15 и 25 тарелки с соотношением потоков — 40/60% от общего количества циркулирующего раствора.

Испытания проводились при соблюдении основных норм, заложенных в технологическом регламенте на эксплуатацию установок сероочистки газа.

Из полученных данных следует, что повышение концентрации ДЭА с проектного значения 25% мас. до 40% мас. позволило примерно в 1,5 раза сократить кратность циркуляции абсорбента при одновременном сокращении расхода пара на регенерацию более 10%. Кроме того, это дает возможность увеличить долю более крепкого по H_2S и CO_2 газа КГКМ в смеси с газом ОГКМ с 70 до 110 тыс. м³/ч при сохранении общей загрузки абсорбера сырым газом на уровне 300 тыс. м³/ч.

Одним из путей интенсификации процесса очистки газа, когда содержание CO_2 в очищенном газе не регламентируется, является проведение селективной абсорбции H_2S с использованием третичных аминов. Из опробованных в промышленном масштабе третичных аминов наилучшие характеристики имеет метилдиэтанолламин.

МДЭА относится к тому же классу абсорбентов, что и ДЭА, и имеет близкие к ДЭА физико-химические характеристики. Токсикологические свойства МДЭА такие же, как и у ДЭА. Из литературных данных и экспериментально было установлено, что коррозионная агрессивность растворов МДЭА такая же или меньше, чем растворов ДЭА. Пенообразующие характеристики МДЭА идентичны ДЭА.

МДЭА имеет ряд важных преимуществ по сравнению с ДЭА. Он обладает меньшей реакционной способностью по отношению к CO_2 и меньшей теплотой реакции с H_2S и CO_2 , что позволяет за счет неполного извлечения CO_2 повысить мощность установок сероочистки газа и/или снизить затраты тепла на регенерацию абсорбента. Кроме того, селективная очистка дает возможность увеличить содержание H_2S в кислых газах, что облегчает последующую переработку их с получением серы.

До последнего времени в мировой практике МДЭА — процесс использовался исключительно для очистки малосернистых газов. Сырьем установки служил газ КГКМ и смешанный газ ОГКМ+КГКМ. Предварительно проводился контрольный пробег установки на ДЭА.

Селективность характеризовали величиной $\gamma = (\bar{\epsilon}_{\text{вх}} / \bar{\epsilon}_{\text{вых}}) \times 100, \%$ — доля непоглощенного диоксида углерода (проскок CO_2 в очищенном газе) при практически полном извлечении H_2S из газа.

Установлено, что при использовании ДЭА для получения кондиционного по H_2S очищенного газа нагрузка абсорбера по сырьевому газу КГКМ составляет не более 160–165 тыс. м³/ч или 50% от номинальной производительности.

В случае использования МДЭА расход газа КГКМ на абсорбер достигал 250 тыс. м³/ч (80% номинальной производительности). Сохранение проектной номинальной производительности было достигнуто при селективной очистке МДЭА смешанного газа ОГКМ и КГКМ. При этом доля газа КГКМ в смешанном потоке была примерно на 25% больше, чем для ДЭА. Содержание CO_2 в очищенном газе было на уровне 20% от исходного при очистке от H_2S не более 20 мг/м³. Вследствие этого увеличилось содержание H_2S в кислых газах регенерации абсорбента на 5–10% по сравнению с ДЭА — очисткой, что привело к повышению степени конверсии H_2S в серу на установках Клауса.

В результате промышленных испытаний получены данные о влиянии удельного орошения, концентрации МДЭА в растворе, степени насыщения амина кислыми газами и температуры абсорбции на селективность процесса очистки газа.

Показано, что селективность снижается с увеличением удельного орошения и возрастает при уменьшении концентрации МДЭА в растворе и при увеличении насыщения амина кислыми газами. Наибольшее влияние на селективность МДЭА оказывает температура регенерированного раствора, подаваемого в абсорбер. Повышение температуры регенерированного амина на 10–15°C приводит к снижению в 1,3–1,5 раза селективности МДЭА.

Возможно увеличить селективность МДЭА за счет ввода в раствор различных органических добавок. В качестве таких добавок рекомендованы, например, моно- или диэтиленгликоль. Экспериментально было установлено, что использование таких абсорбентов позволяет в 1,2–1,4 раза снизить скорость поглощения CO_2 по сравнению с водным раствором МДЭА, в результате чего в промышленных условиях содержание CO_2 в очищенном газе (проскок CO_2) может быть увеличено до 30% от исходной величины.

Литература:

1. Переработка природного газа и конденсата: Справочник: В 2ч. — М: ООО «Недрабизнесцентр», 2002. — 517 с.
2. Рябова, Т. С., Чемодуров П. А. Очистка природного газа от сероводорода. М.: ВНИИГазпром, 1997.
3. Морева, Н. П. Разработка процесса очистки природного газа от сернистых соединений. 1998 г.
4. Собоуров, К. А. Разработка способа очистки газов от кислых компонентов. 2001 г.

Отслеживание избыточным манипулятором траектории в пространстве задания

Юртаев Рустам Ильгизович, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Task-space tracking with redundant manipulators

В большинстве случаев при организации контурного управления манипуляционным роботом желаемая траектория движения задается в координатной системе задания путем указания требуемых положений рабочего органа и его ориентаций. При управлении неизбыточными роботами такая траектория обычно преобразуется в пространство обобщенных координат и полученные желаемые траектории движения в степенях подвижности робота отрабатываются независимыми следящими системами.

Во многих практических ситуациях, связанных с работой в сложных загроможденных средах, находят применение манипуляторы с кинематической избыточностью. В этом случае не существует однозначного преобразования из пространства задания в пространство обобщенных координат. Существующие подходы к формированию траекторий избыточных манипуляторов достаточно сложны и, как правило, не учитывают реальных динамических характеристик манипуляторов. Ниже рассматривается задача управления движением одного класса избыточных манипуляционных систем, представляющих собой быстрый малый неизбыточный манипулятор, установленный на медленной позиционирующей руке больших размеров (см. рис. 1).

Задача управления избыточной манипуляционной системой по заданной в пространстве задания траектории разделена на две подзадачи: кинематическую, связанную с формированием желаемых траекторий в степенях подвижности манипулятора с исключением вырождения системы и потери степеней свободы, и задачу отслеживания заданной траектории. Конфигурация манипуляционной системы, показанной на рис. 1, определен и вектора к p и

\bar{p} в неподвижной системе координат, вводится в рассмотрение расширенный вектор положения системы и координатной системе задания

$$P_A = \begin{bmatrix} P \\ \bar{P} \end{bmatrix}$$

$\dim(P_A) = n$, где n — число степеней подвижности избыточной манипуляционной системы.

Когда задано желаемое положение рабочего органа P_{ref} , можно из кинематических соотношений выбрать, \bar{P}_{ref} таким образом, чтобы неизбыточный малый манипулятор находился в положении, близком к центру его рабочего пространства. Если позиционирующая часть избыточной манипуляционной системы имеет три степени подвижности и используется для того, чтобы обеспечить основанию малого манипулятора три поступательные степени свободы, вектор \bar{P}_{ref} можно выбрать и соответствии с выражением

$$\bar{P}_{ref} = d_{ref} - d_0 \tag{1}$$

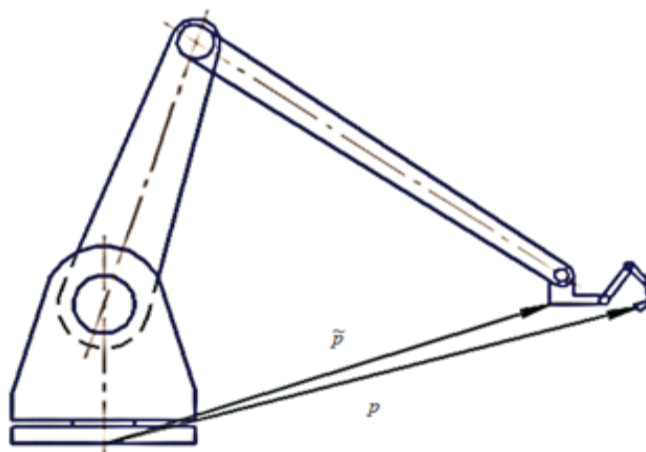


Рис. 1

где d_{ref} — поступательная составляющая вектора \bar{P}_{ref} ; d_0 постоянный вектор, определяющий положение центра рабочей зоны малого манипулятора по отношению к его основанию. Если позиционирующая рука имеет одну или две степени подвижности, то

$$\bar{P}_{ref} = d_{ref}^P - d_0^P \tag{2}$$

где d_{ref}^P и d_0^P проекции d_{ref} и d_0 на степени свободы основания манипулятора.

Расширенный вектор положения P_A является функцией угловых координат робота

$$P_A = h_A^{-1}(q) \tag{3}$$

Если задан вектор Pa , то угловые координаты робота могут быть определены из обратного преобразования

$$q = h_A^{-1}(P_A) \tag{4}$$

Таким образом по заданному изменению Pa , ref можно сформировать эталонную траекторию q_{ref} которая должна быть отработана следящей системой.

Однако при управлении движением рассматриваемого классом манипуляционных систем по заданной траектории возникает ряд проблем. Для того чтобы позиционирование осуществлялось точно, необходимо, чтобы координаты $q_i, i=1, \dots, n$ были достаточно близки к соответствующим значениям $q_{i,ref}$. Это означает, что в тех случаях, когда позиционирующая рука манипуляционной системы является большой и медленной, а манипулятор — малым и быстрым, инерционная позиционирующая часть ограничивает полосу пропускания всей системы. Кроме того, такой метод; управления требует значительных величин моментов в степенях подвижности. Ниже предлагается подход, позволяющий обеспечить точную отработку p_{ref} при «меньшей точности движения позиционирующей руки p_{ref} . При этом высокочастотная составляющая задания выполняется манипулятором, а низкочастотная — позиционирующей рукой.

Уравнение движения n-звенного манипулятора может быть представлено в форме

$$M(q)\ddot{q} = n(q, \dot{q}) + r, \tag{5}$$

где $M(q)$ — матрица инерции; $n(q, \dot{q})$ — вектор, включающий в себя кориолисовы центробежные члены, а также силы трения и тяжести; r — вектор входных моментов. Взаимосвязь скорости изменения положения в пространстве задания и скорости движения в угловой системе координат представляется соотношением

$$\dot{p} = J(q)\dot{q} \tag{6}$$

где $J(q)$ матрица Якоби, $J_{ij} = \partial p_i / \partial q_j$.

С использованием рассчитанной по динамической модели линеаризующей развязывающей обратной связи систему (5) можно привести к n несвязанным двойным интегратором. В угловых координатах манипулятора его состояние определяется вектором $z = [z_1^T, z_2^T]^T$,

где $z_1 = q$ и $z_2 = \dot{q}$.

Используя закон управления вида

$$r = M(q)u - n(q, \dot{q}), \tag{7}$$

можно привести результирующую модель замкнутой системы к форме

$$\dot{z}_1 = z_2 \tag{8a}$$

$$\dot{z}_2 = u, \tag{8b}$$

где u — вектор управления системой, представляющей собой n несвязанных между собой двойных интеграторов.

Состояние системы в пространстве задания определяется вектором $\tilde{z} = [\tilde{z}_1^T, \tilde{z}_2^T]^T$, где $\tilde{z}_1 = p$ и $\tilde{z}_2 = \dot{p}$. Закон управления вида

$$r = M(q)J^{-1}(q)[u - j(q)\dot{q}] - n(q, \dot{q}), \tag{9}$$

для системы (5) с учетом

$$\ddot{p} = j(q)\dot{q} + j(q)\ddot{q} \tag{10}$$

$$\dot{\tilde{z}}_1 = \tilde{z}_2 \tag{11a}$$

$$\dot{\tilde{z}}_2 = u \tag{11b}$$

Описанный метод управления может быть использован для управления рассматриваемыми манипуляционными системами. Предполагается, что $n \times n$ матрица Якоби расширенной системы

$$J_A(q) = \frac{\partial p_A}{\partial q}$$

является неособенной. По аналогии с (9) закон управления

$$r = M(q)J_A^{-1}(q)[u - j_A(q)\dot{q}] - n(q, \dot{q}) \tag{12}$$

приводит к модели замкнутой системы в пространстве состояний вида

$$\dot{x}_1 = x_2 \tag{13a}$$

$$\dot{x}_2 = u, \tag{13b}$$

где $x_1 = p_A; x_2 = \dot{p}_A$. Синтез управления u осуществляется из условия оптимизации показателя качества

$$V = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T (\Delta x^T Q \Delta x + u^T P u) dt, \tag{14}$$

где $x = [x_1^T, x_2^T]^T, \Delta x = x - x_{ref}$,

x_{ref} — заданное состояние системы;

$$Q = \text{diag}\{q_{11}, \dots, q_{2n,2n}\}$$
 и

$$P = \text{diag}\{p_{11}, \dots, p_{nn}\}.$$

Поскольку требуемая точность отслеживания желаемого положения рабочего органа существенно выше точности отслеживания положения позиционирующей руки, весовые коэффициенты соответствующие отклонениям

положения рабочего органа выбираются существенно более высокими, чем соответствующие отклонения положения позиционирующей руки. Оптимальное управление имеет вид

$$u_i = g_i \Delta x_i + g_{i+n} \Delta x_{i+n}, \quad (15)$$

где $g_i = -\sqrt{q_{ii}/p_{ii}}$ и

$$g_{i+n} = -\sqrt{2\sqrt{q_{ii}/p_{ii}} + q_{i+n,i+n}/p_{ii}}.$$

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч. — Пермь: Изд-во Перм. гос. тех. ун-та, 2009. — Ч. 2. — 185 с. 2.
2. Поезжаева, Е. В., Васенин А. С., Шумков А. Г. Роботизация фермерских хозяйств по обработке растений / Е. В. Поезжаева, А. С. Васенин, А. Г. Шумков // Научно-технический журнал «Вестник» ВСГУТУ. — 2014 — Вып. 3 — с. 59–62

В закон управления могут быть дополнительно включены программная составляющая, рассчитанная по ускорению желаемого движения, и интегральный регулятор

$$u_1 = \ddot{x}_{i,ref} + g_i \Delta x_i + g_{i+n} \Delta x_{i+n} + K_i \int_{f_0}^f \Delta x_i(r) dr. \quad (16)$$

Коэффициенты интегральной обратной связи выбираются из соотношения $K = g_i^2 / (5g_{i+n})$, что соответствует взаимосвязи постоянных времени интегрирования T_i и дифференцирования T_d ПИД-регулятора. Показано, что для обеспечения робастности системы существенно большее значение имеет точность вычисления матрицы инерции. Точность вычисления членов $p(\dots)$ и $MJ_A^{-1}j_A \dot{q}$ мало влияние на устойчивость системы.

Энергогенерирующий амортизатор

Юртаев Рустам Ильгизович, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Электромобили, как одно из решений экологических проблем, создаваемых автотранспортом, работающим на традиционных видах топлива, становится все более популярным. Конечно, электромобили имеют множество преимуществ перед обычными автомобилями, оборудованными ДВС, таких как: высокий КПД до 90–95% по сравнению с 22–42% у ДВС, меньший шум за счёт меньшего количества движимых частей и механических передач, небольшое количество вредных выхлопов в месте нахождения автомобиля и т.д. Но у электромобилей так же имеются и недостатки, такие как: малый запас хода, затраты энергии аккумуляторов уходят на охлаждение или обогрев салона автомобиля, а также питание прочих бортовых энергопотребителей (например, свет или воздушный компрессор) и т.д.

Для решения некоторых проблем нужно задуматься над тем, откуда же еще можно взять электрическую энергию? И ответ прост. Наше дорожное покрытие не может быть идеально ровным и гладким, а это значит, что каждая неровность, кочка и колдобина будет способствовать выработке электричества. И достигнуто это будет с помощью амортизатора, способного извлекать энергию из колебаний автомобильной подвески. Эта технология позволит сэкономить 1–4% топлива в обычных автомобилях и до 8% в гибридных. Генерация электроэнергии снижает нагрузку на генератор и двигатель, и может использоваться для питания электропотребителей автомобиля, а также для зарядки аккумуляторов, снижая нагрузку на генератор переменного тока самой машины. Идея содержит простой принцип — чем хуже дорога, тем больше энергии. А это значит, что российские ухабы способны не увеличивать, а снижать потребление топлива. Устройство сочетает технологию рекуперативного торможения (вид

электрического торможения, при котором энергия, вырабатываемая тяговыми электродвигателями, работающими в генераторном режиме, возвращается в электрическую сеть) с другими технологиями, предотвращающими потерю энергии транспортными средствами. То есть механическая энергия, которая часто без дела рассеивается в виде тепла в окружающую среду, будет использоваться для генерации электричества. В новых амортизаторах энергия тепла рассеивается лучше, что приводит к увеличенному ресурсу, большему, чем в стандартных амортизаторах.

Компания «Levant Power Corporation» разработала интересную технологию, которая получила название GenShock. Разработка выглядит как обычный амортизатор с электрическим шнуром. Он подключается к блоку питания, который регулирует поступающее от амортизатора электричество, выдавая напряжение, необходимое транспортному средству (грузовику, автомобилю или автобусу). GenShocks будут немного дороже привычных

амортизаторов, но эти деньги вернутся за счет экономии топлива. Это амортизаторы, выполняющие сразу две полезные функции — они делают поездку на автомобиле комфортной даже по страшному бездорожью и, одновременно, вырабатывают электричество. В результате экономия топлива может достигать до 10%! Создатели Gen-Shock утверждают, что тяжелый пикап, оснащенный шестью амортизаторами, может вообще не использовать классический генератор, присоединенный к валу двигателя. Если ученым удастся повысить эффективность подобных устройств, то расход топлива в целом по автоиндустрии может быть снижен на порядки. Ведь достаточное энергообеспечение резко снизит нагруженность двигателя навесным оборудованием — кондиционером, усилителем рулевого управления и генератором. Генератор будет не нужен вовсе, а климатическая установка и рулевое усиление могут оснащаться компактными электромоторами. Всё это снизит массу силовой установки, и это также положительно повлияет на расход топлива. Если применять подобные системы на электромобилях, то можно добиться гораздо большего запаса хода на одной зарядке батареи. «Потери энергии в подвеске автомобиля сравнимы с производительностью бортового генератора», говорят разработчики. «Для тяжелого внедорожника это примерно от 6 до 10 кВт, а для легкового автомобиля — 3–4».

По мнению разработчиков, обычные генераторы автомобилей можно заменить маховиками, накапливающими кинетическую энергию. Маховики значительно снизят нагрузку на двигатель и расход топлива при ускорениях, а энергию для батареи будет вырабатывать подвеска.

Технология может быть использована на любых транспортных средствах, как на обычных современных автомобилях, так и на гибридных или электрических автомобилях, однако наиболее эффективной она будет при установке таких амортизаторов на грузовые автомобили, поскольку они имеют большую массу и потенциал генерирования

электроэнергии. Такой амортизатор, установленный на легковую машину среднего размера, при движении со скоростью около 90 км/ч производит 100–400 Вт энергии на хорошей дороге и до 1600 Вт на более ухабистой. Грузовики и внедорожники смогут вырабатывать, в зависимости от качества дороги, 1–10 кВт. Новый амортизатор вполне может быть «вживлен» в современные машины вместо современных амортизаторов, в которых колебательная энергия выбрасывается в виде тепла. Дополнительная модификация подвески не требуется. Перспективы у изобретения есть и на железной дороге. Рассмотрим два типа устройства — линейный и вращательный.

Линейный представляет собой небольшой магнитный стержень, который смещается внутри полой трубки со спиралью проводника (катушки). Естественные колебания автомобильной подвески приводят к движению сердечника внутри проводящей спирали, что и приводит к появлению электрического тока.

Вращательный (Рисунок 1) включает в себя систему зубчатых колес, которая собирает энергию беспорядочного движения и, в конечном счете, производит электроэнергию. Это можно называть устройством механического выпрямителя движения. В основу легло преобразование нерегулярных колебательных движений в однонаправленное вращение. Шестерня передает вращение на коническую зубчатую передачу, которая крутит небольшой генератор.

Прочностные расчеты речной передачи

Угол поворота шестерни равен, градусы:

$$\varphi_1 = \frac{2H_2}{d_1} = \frac{H_2 * 360^\circ}{\pi d_1}.$$

Угловая скорость шестерни, с⁻¹:

$$\omega_1 = \frac{2 * 10^3 * v_2}{d_1}.$$

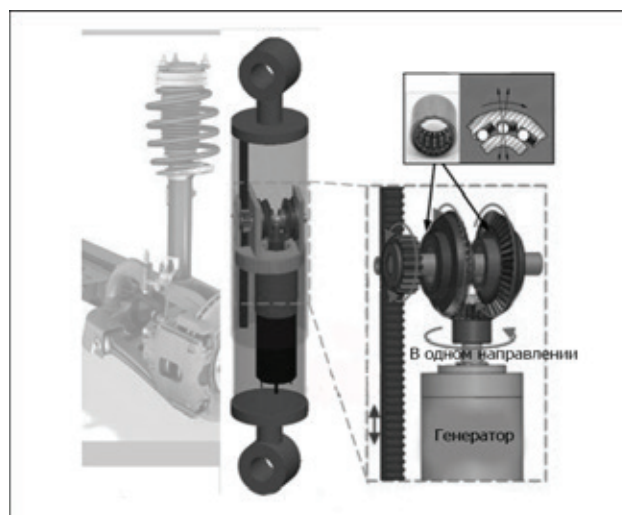


Рис. 1. Вращательный амортизатор

Передаточное отношение, m^{-1} :

$$i_{ВП} = \frac{\omega_1}{v_2} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot v_2}{v_2} = \frac{2 \cdot 10^3}{d_1},$$

Где H_2 — перемещение рейки, мм; v_2 — линейная скорость рейки, м/с; d_1 — делительный диаметр шестерни, мм.

Линейная скорость рейки, $\frac{m}{c}$:

$$v_2 = \frac{\omega_1 d_1}{2 \cdot 10^3} = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot 10^3},$$

где ω_1 — угловая скорость шестерни, c^{-1} ; n_1 — частота вращения шестерни, m^{-1} .

Допускаемое контактное напряжение:

$$[\sigma]_H = \frac{\sigma_{H \lim b}}{S_H} \cdot K_{HL} \cdot K_{HC},$$

где $\sigma_{\lim b}$ — предел выносливости поверхностей зубьев; S — коэффициент безопасности; K_c — коэффициент, учитывающий реверсивность нагрузки; K_L — коэффициент долговечности, учитывающий влияние срока службы и режима нагрузки передачи.

Предел контактной выносливости поверхностей зубьев:

Литература:

1. «Электромобиль: техника и экономика», В. А. Щетина, Ю. Я. Морговский, Б. И. Центр, В. А. Богомазов, Ленинград, 1987 г., Машиностроение
2. Поезжаева, Е. В. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч. — Пермь: Изд-во Перм. гос. тех. ун-та, 2009. — Ч. 2. — 185 с. 2.

$$\sigma_{H \lim b} = \frac{[\sigma]_H \cdot S_H}{K_{HL} \cdot K_{HC}}$$

Контактное напряжение:

$$\sigma_H = Z_H \cdot Z_M \cdot Z_\varepsilon \sqrt{\frac{W_{Ht}}{d_1}},$$

где Z_H — коэффициент, учитывающий форму сопряженных поверхностей зубьев; Z_M — коэффициент, учитывающий механические свойства материалов сопряженных шестерни и рейки; Z_ε — коэффициент, учитывающий суммарную длину контактных линий; W_{Ht} — удельная расчетная окружная сила.

Статистическая прочность зубьев при кратковременной перегрузке моментом $T_{пик}$:

$$\sigma_{H \max} = \sigma_H \sqrt{\frac{T_{пик}}{T_{\max}}} \leq [\sigma]_{H \max},$$

где σ_H — расчетное контактное напряжение; T_{\max} — расчетный максимальный момент; $[\sigma]_{H \max}$ — предельное допускаемое контактное напряжение.

Применение газодизельных установок на дорожно-строительных машинах

Юртаев Рустам Ильгизович, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Изучена актуальность использования природного газа в качестве моторного топлива в дизельных двигателях. Рассмотрены технические решения использования газового топлива в дизельных двигателях. Проведена оценка экономичности и эффективности применения газодизельных установок на дорожно-строительных и коммунальных машинах. Природный газ в натуральном виде превосходит нефтяное топливо. При его использовании обеспечиваются высокие технико-экономические показатели.

Ключевые слова: газодизельный двигатель, газозвоздушная смесь, газовые топлива, природный газ, газодизельное оборудование, газобаллонное оборудование.

Среди ряда альтернативных топлив для дизельных двигателей широкое применение получил природный газ. Содержание метана в природном газе свыше 90%, поэтому его можно отнести к экологически чистому топливу, так как в нем практически отсутствуют сернистые соединения и ароматические углеводороды, что имеет большое значение с точки зрения снижения уровня дымности и выбросов твердых частиц с обработавшими газами.

Применение газообразного топлива возможно в дизелях путем преобразования дизеля в двигатель с искровым зажиганием или переходом на газодизельный процесс. Актуально создание двигателей с воспламенением газозвоздушной смеси от запальной дозы дизельного топлива. Величина запальной дозы в газодизельном цикле составляет 10–20% в зависимости от режима работы. Преимуществом этого способа является возможность

быстрого перехода на работу с жидкого топлива на газообразное и обратно, а также отсутствие существенных конструктивных изменений базового двигателя.

Характерным отличием тракторов, работающих на газодизельной смеси, является наличие баллонов с компримированным газом, которые крепятся на крышу или раму машины. Давление газа в баллонах 19,6 МПа. Также одной из особенностей модификации трактора, имеющего газобаллонное оборудование, является увеличение веса (около 130 кг). Рабочий интервал температур газодизельного двигателя от -40 до $+45$. В газодизельном режиме 70–85% газозудной смеси сгорает без детонации с наибольшей эффективностью. После переоборудования мощность базового двигателя снижается не существенно, позволяя машине работать с той же производительностью, что и на обычном дизеле.

Применяя метан, как основное топливо, можно добиться замещения дизеля газом до 80%. Пропаном замещают до 60% дизельного топлива. Плюсами использования пропана является широкая заправочная сеть и возможность использования более емких, легких баллонов. Плюсами использования метана являются большой процент замещения топлива и низкая стоимость. Для преобразования дизельного двигателя в газодизельный в конструкцию добавляются газовый смеситель, механизм ограничения подачи дизельного топлива, система регулировки подачи газа, устройство для взаимосвязанного управления топливным насосом высокого давления (ТНВД) и подачей газа, а также электрооборудование, которое обеспечивает необходимую информативность. Важным элементом газодизельной системы является механизм установки запальной дозы (МУЗД), который устанавливается на газодизельный трактор вместо крышки регулятора топливного насоса высокого давления. Этот механизм предназначен для ограничения подачи дизельного топлива на уровне определенной запальной дозы при работе в газодизельном режиме.

Рассмотрим один из вариантов газобаллонного оборудования. На двигатель устанавливается система подачи газа, монтируются необходимые датчики, устанавливается впрысковый редуктор, газовый электромагнитный форсунки. Затем монтируется система ограничения подачи дизельного топлива. Для систем с механическим топливным насосом это электронный актуатор, а для систем с электронным управлением устанавливаются специальным электронным блоком управления ограничением подачи дизельного топлива. Оборудование включает в себя электронный блок управления, комплект проводки, датчик положения коленчатого вала, датчик положения распределительного вала, датчик положения педали акселератора, датчик температуры выхлопных газов, датчик температуры охлаждающей жидкости, датчик наддува (для турбированных двигателей), система управления опережением зажигания, система управления ограничением подачи дизельного топлива. Для работы на сжатом природном газе потребуются впрысковый редуктор мощностью свыше 140 кВт, стальная трубка высокого давления, шланги газовые ре-

зиновые, шланги тосольные, рампы форсунок. Для работы на сжиженном нефтяном газу необходим редуктор-испаритель мощностью свыше 140 кВт, трубка медная, шланги газовые резиновые, шланги тосольные, рампы форсунок. Следует отметить, что при работе двигателя на газодизельном цикле происходит более совершенное смесеобразование и более полное сгорание рабочей смеси.

Также следует обратить внимание на высокую экономичность газодизельных двигателей. Расход газа в номинальном режиме составляет около 14 куб. м/ч, а дизельного топлива 2,5 л/ч. В случае с номинальным дизельным режимом работы расход составляет 15 л/ч. Следует отметить, что для новых тракторов соотношение расхода топлива составляет 20% дизельное топливо и 80% газ. Для б/у машин этот показатель равен 30% и 70% соответственно. Правила эксплуатации не отличаются от обычных: заводится трактор в обычном режиме, переход между режимами осуществляется при помощи тумблера. У газодизельного оборудования простая конструкция, что обеспечивает надежность и простоту эксплуатации, минимальные затраты на техническое обслуживание и увеличении рабочего цикла трактора без дозаправки практически в два раза. Газовое топливо обладает высокими экологическими показателями, антидетонационной стойкостью, низкой скоростью горения смеси, стабильностью агрегатного состояния.

Результаты испытаний рассмотрим на примере газодизельного трактора К-701 с электронно-механическим регулятором подачи газа. Газовая установка смонтирована на задней полураме, что позволяет двигателю ЯМЗ-240Б работать на двух видах топлива: дизельном топливе и газодизельном смешанном топливе, которое состоит из компримированного природного газа — метана и запального дизельного топлива.

Система электронно-механического регулирования подачи газа может работать только в газодизельном режиме, команды на включение и выключение система получает от блока, регулирующего переход с газодизельного режима на дизельный. При включенном газодизельном режиме система электронно-механического регулирования определяет положение механического регулятора ТНВД и устанавливает заслонку дозатора в требуемое положение. Количество газа, отрегулированное дозатором, поступает в смеситель и далее во впускной коллектор.

Результаты испытаний показали, что качество работы соответствует ТУ на сельскохозяйственные машины агротехническим требованиям. Производительность трактора в составе московской топливной ассоциации соответствует требованиям ТУ на использование сельскохозяйственных машин. Безопасность движения обеспечена, баллоны не выступают за габаритные размеры трактора.

Подводя итоги, можно с уверенностью говорить, что трактор с установленной на нем газодизельной системой полностью удовлетворяет требованиям ТУ, обеспечивает производительность и агротехнические показатели качества работы, не уступающие работе в дизельном режиме. В то же время достигается большая коммерческая эф-

фективность, возникающая на фоне разницы стоимости между дизельным топливом и природным газом (метаном). «Низкая стоимость комплексного газодизельного топлива обеспечила годовой экономический эффект в сумме 50,936 тыс. руб. в расчёте на один трактор, что свидетельствует о целесообразности продолжения работ по использованию природного газа метана в качестве топлива для дизельных двигателей сельскохозяйственных тракторов». [2]

«На сельскохозяйственных работах по производительности и качеству работы газодизельный трактор К-701 не уступает дизельному аналогу, обеспечивая снижение массового расхода дизельного топлива до 73%. Эколого-экономические эффекты определены степенью улучшения экологического состояния агроэкосистемы, повышением плодородия почв, их окультуренности, снижением загрязнённости атмосферного воздуха и земли, приростом биологического и экологического потенциала сельскохозяйственных культур». [2]

Постоянный рост цен на нефтепродукты создал благоприятные экономические условия для развития альтернативных видов моторных топлив. Лидером среди альтернативных моторных топлив стал компримированный (сжатый до 200 кгс/см²) природный газ, который производится на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС). На сегодняшний день в мире около 7 млн. автомобилей ездят на сжатом природном газе. «В соответствии с данными, приведенными Национальной газомоторной ассоциацией России, следует вывод, что основной объём реализации КПП в мире приходится на четыре страны:

– Аргентина — 1 654 000 автомобилей, с реализацией 3048,00 млн.м³/г.;

– Пакистан — 1 600 000 автомобилей, предположительно с реализацией более 2756,6 млн.м³/г.;

– Бразилия — 1 425 513 автомобилей, с реализацией 2641,8 млн.м³/г.;

– Китай — 200 873 автомобиля, с реализацией 1 104,00 млн.м³/г.;

На их долю приходится около 4,5 млн. газомоторных автомобилей. Среди бывших стран СНГ тройка лидеров потребителей КПП — выглядит следующим образом:

– Украина — 100 000 автомобилей, с реализацией 548,4 млн.м³/г.;

– Россия — 95 000 автомобилей, с реализацией 311,2 млн.м³/г.;

– Армения — 96 100 автомобилей, с реализацией 265,8 млн.м³/г». [4]

«Основной парк автомобилей Украины составляют автобусы, грузовики (от «Газелей» до 40-тонных БелАЗов), микроавтобусы; увеличивается парк легковых автомобилей, эксплуатируются автопогрузчики, мотоциклы, тракторы и другая газомоторная техника». [3]

Мы видим, что использование газомоторной техники в других странах очень распространено. В России альтернативное топливо только сейчас начинает широко использоваться в различных видах техники. Внедрение газобаллонного оборудования в машины, работающие на дизельном топливе, экономически и экологически выгодно. Затраты на переоборудование полностью окупаются в ближайшее время.

Литература:

1. Макаренко, Л. В. Протокол испытаний № 07–84–2005 (4010121) от 16 декабря 2005 г. — С.2–3.
2. Сальников, С. В. Экологические и экономические аспекты работы трактора К-701 с газобаллонным оборудованием в СПК «Авангард» Чучковского района Рязанской области: науч. ст., — С.8–11.
3. Самсонов, Р. О. Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе» № 1/2008 г. — С.40.
4. Самсонов, Р. О. Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе» № 1/2008 г. — 80 с.
5. Лисицын, Е. Б. Повышение эффективности использования газового топлива в газодизельных двигателях: дис..., канд. техн. наук. — М., 2010. — 155 с.
6. Савельев, Г. С. Технологии и технические средства адаптации автотракторной техники к работе на альтернативных видах топлива: дис..., док. техн. наук. — М., 2010. — 315 с.

Распространение поперечных волн в бесконечно длинном цилиндрическом слое

Ядгаров Уктам Турсунович, кандидат технических наук, доцент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В данной задаче рассматривается распространение поперечных волн в бесконечно длинном цилиндрическом слое, находящемся в упругой среде (рис.1). Основная цель исследования изучение существования фазовой скорости распространения волн от геометрических и физико-механических параметров системы. Основные уравнения теории упругости для таких задач сводятся к плоской задаче. В этом случае и осевое перемещение равно нулю [2]:

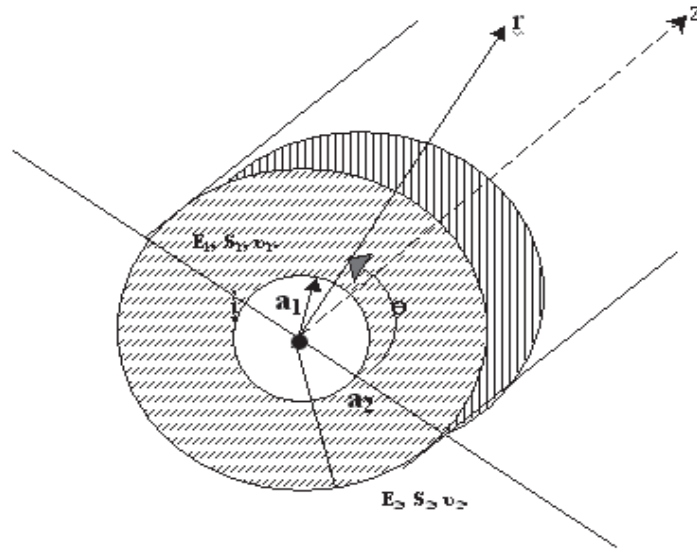


Рис. 1 Расчетная схема

$$u_r = u_z = 0,$$

а касательное перемещение U определяется как

$$u_\theta = \frac{\partial \psi}{\partial r} \tag{1}$$

где ψ потенциал поперечных волн

Тогда волновое уравнение принимает следующий вид:

$$\nabla^2 \psi_i = \frac{1}{\beta_i^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2}; \quad \text{где } \beta_i^2 = \mu_i / \rho_i \quad (i=1,2) \tag{2}$$

∇ - оператор дифференцирования

Решение волнового уравнения (2) для цилиндра (ψ_1) и окружающей его среды (ψ_2) записывается в виде:

$$\psi_1 = [A^{(1)} H_0^{(1)}(\bar{K}_1 r) + B^{(1)} H_0^{(2)}(\bar{K}_1 r)] e^{ik_z z};$$

$$\psi_2 = C^{(2)} K_0(\bar{K}_2 r) e^{-ik_z z};$$

где K_0 — модифицированная функция Бесселя;

$$\bar{K}_1^2 = \frac{\omega^2}{\beta_1^2}; \quad \bar{K}_2^2 = \frac{\omega^2}{\beta_2^2};$$

$H_0^{(1)}$ и $H_0^{(2)}$ — функции Ханкеля нулевого порядка первого и второго рода.

Для решения задачи ставятся различные условия при $r = a_1$ и $r = a_2$.

При $r = a_1$: $\gamma_{r\theta 1} = 0$; $r = a_2$; $u_{\theta 1} = u_{\theta 2}$.

Компоненты вектора смещений в цилиндре и окружающей его среде представляются в виде:

$$u_{\theta 1} = -\frac{\partial \psi_1}{\partial r} = \left[\left(A^{(1)} \frac{d}{dr} H_0^{(1)}(\bar{K}_1 r) + B^{(1)} \frac{d}{dr} H_0^{(2)}(\bar{K}_1 r) \right) \right] e^{-k_z z}$$

$$u_{\theta 2} = -C^{(2)} \frac{d}{dr} K_0(\bar{K}_2 r) e^{-ik_z z}$$

$$\gamma_{R\theta 1} = - \left\{ \left[A^{(1)} \frac{d^2}{dr^2} H_0^{(1)}(\bar{K}_1 r) + B^{(1)} \frac{d^2}{dr^2} H_0^{(2)}(\bar{K}_1 r) \right] e^{-k_z z} + \left[\frac{1}{r} \left(A^{(1)} \frac{d}{dr} H_0^{(1)}(\bar{K}_1 r) + B^{(1)} \frac{d}{dr} H_0^{(2)}(\bar{K}_1 r) \right) \right] \right\} e^{-ik_z z} =$$

По условию задачи при $r = a_1$: $u_r = 0$, т. е.

$$-e^{-ir_z z} \mu \left\{ \begin{aligned} &A^I \left[\frac{d^2}{dr^2} H_0^{(1)}(\bar{K}_1 a) + \frac{1}{a} \frac{d}{dr} H_0^{(1)}(\bar{K}_1 a) \right] + \\ &+ B^I \left[\frac{d}{dr^2} H_0^{(2)}(k_1 a) + \frac{1}{a} \frac{d}{dr} H_0^{(2)}(\bar{K}_1 a) \right] \end{aligned} \right\} e^{-iK_z z} = 0.$$

На контакте двух тел ($r = a_2$) ставится условие жесткого контакта, т. е.

$$u_{\theta 1} = u_{\theta 2}$$

$$\left[\left(A^I \frac{d}{dr} H_0^{(1)}(\bar{K}_1 a_2) + B^I \frac{d}{dr} H_0^{(2)}(\bar{K}_1 a_2) \right) \right] e^{-K_z z} = -C \frac{d}{dr} K_0(\bar{K}_2 a_2) e^{-iK_z z},$$

также при $r = a_2$: $\tau_{r\theta 1} = \tau_{r\theta 2}$.

Здесь $\tau_{r\theta 1} = \mu_1 \gamma_{r\theta 1}$; $\tau_{r\theta 2} = \mu_2 \gamma_{r\theta 2}$; В результате получим:

$$-\mu_1 \left\{ \begin{aligned} &A^I \left[\frac{d^2}{dr^2} H_0^{(1)}(\bar{K}_1 a_2) + \frac{1}{a_2} \frac{d}{dr} H_0^{(1)}(\bar{K}_1 a_2) \right] + \\ &+ B^I \left[\frac{d^2}{dr^2} H_0^{(2)}(\bar{K}_1 a_2) + \frac{1}{a_2} \frac{d}{dr} H_0^{(2)}(\bar{K}_1 a_2) \right] \end{aligned} \right\} e^{-iK_z z} =$$

$$= \mu_2 \left\{ c'' \frac{d^2}{dr^2} K_0^{(2)}(\bar{K}_1 a_2) + \frac{1}{a_2} \frac{d}{dr} K_0(\bar{K}_1 a_2) \right\} e^{-iK_z z}$$

Для определения произвольных постоянных A^I , B^I и C^{II} получим однородную систему алгебраических уравнений третьего порядка.

$$[C] \{q\} = \{0\},$$

где $\{q\} = \{A^I, B^I, C^{II}\}^T$.

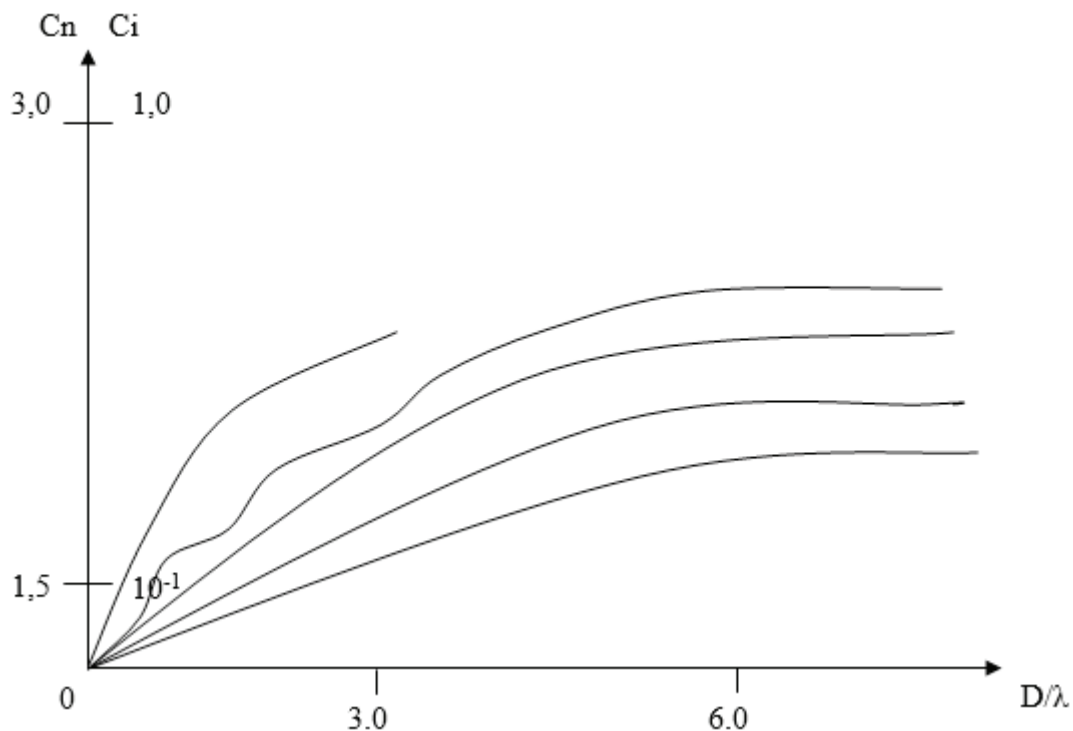


Рис. 2. Изменение скорости в зависимости от длины волн

Для того, чтобы система однородных алгебраических уравнений имела нетривиальные решения, определитель алгебраических уравнений должен быть равен нулю. Их этих условий получим следующее дисперсионное уравнение:

$$\frac{K_1(Ya_2)}{Y\mu_2 K_{01}(Ya_2)} = \frac{H_0^{(1)}(xa_1)H_1^{(2)}(xa_2) - H_0^{(2)}(xa_1)H_1^{(1)}(xa_2)}{x\mu_1(H_0^{(1)}(xa_2)(H_0^{(1)}(xa_2) - H_0^{(1)}(xa_1)H_0^{(2)}(xa_2))}, \tag{3}$$

$$K_1 = \sqrt{K_1^2 - K_z^2} \quad K_1^2 = \frac{\omega^2}{V_{\beta_1}^2} \quad V_{\beta_1}^2 = \frac{\mu_1}{\rho_1}$$

в случае $K_z^2 > K_1^2$

Для решения дисперсионного уравнения (3) составляем алгоритм на основе метода Мюллера [1], который определяет комплексные фазовые скорости. Заметим, что с увеличением толщины слоя первой и второй моды фазовая скорость уменьшается.

Литература:

1. Сафаров, И. И. Колебания и волны в диссипативно неоднородных средах и конструкциях. Ташкент; Фан. 1992 г. 250 с.

О затухании волн в структурно неоднородных упругих средах

Ядгаров Уктам Турсунович, кандидат технических наук, доцент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Диссипация энергии упругой волны будет происходить в том случае, если для напряжения и деформации появляются временные производные напряжения деформации. Даже если уравнение линейно относительно напряжения и деформации, наличие временных производных всегда связано с диссипацией. В результате при переменном напряжении возникает эффект гистерезиса. Это означает, что в диапазоне частот, в котором затухание имеет заметную величину, деформация остаётся от напряжения.

Наличие только нелинейной связи между напряжением и деформацией (без временных производных в уравнении) вызывает два эффекта. Такая связь, во-первых, приводит к взаимодействию рассматриваемой упругой волны с другими волнами (например, с тепловыми колебаниями), и в результате происходит перераспределение энергии между волнами во-вторых, рассматриваемая волна будет генерировать более высокие гармоники, передавая им свою энергию. В обоих случаях взаимодействие зависит от амплитуды деформации.

Нелинейная связь между напряжением и деформацией при наличии временных производных приводит также затуханию, зависящему от амплитуды деформации.

Рассмотрим частную задачу о прохождении волн большой длины в упругой среде, содержащей малую объёмную долю жёстких сферических включений, обобщенное перемещение для волнового движения в упругой среде можно записать в сферических координатах в виде:

$$\vec{U} = \Delta\phi - \Delta \times \vec{e}_\phi \frac{\partial \psi}{\partial \theta},$$

где ϕ и ψ — скалярные величины, которые удовлетворяют волновому уравнению, \vec{e}_ϕ — единичный вектор. Падающая волна определяется в виде

$$\phi^{(i)} = \phi_0 \exp \left[i\omega \left(\frac{x}{v_1} - t \right) \right].$$

Здесь ϕ_0 — амплитуда падающей волны; ω — круговая частота, v_1 — скорость распространения продольных волн. Теперь обратимся к случаю

$\rho_b \gg \rho_m$, т.е. когда плотность материала включений на много больше плотности окружающей их среды. Действующие силы можно записать в виде:

$$F(\omega) = -\frac{9\rho_m v_0}{\tau_0^2} - \frac{v(\omega) - U(\omega)}{2x^2 + 1} \left[1 - i\alpha \frac{2x^3 + 1}{2x^2 + 1} \right], \tag{1}$$

где $x = \beta / \alpha = v_1 / v_2$; $\tau_0 = \alpha / v_1$.

Подставив (1) в уравнение движения и записав результат через производные по времени, получим:

$$\rho_0 \frac{d^2 V}{dt^2} + \frac{9\rho_m (2x^3 + 1)}{\tau_0 (2x^2 + 1)^2} \left(\frac{dv}{dt} - \frac{dU}{dt} \right) + \frac{9\rho_m}{\tau_0^2 (2x^2 + 1)} (V - U) = 0. \quad (2)$$

Последний член характеризует упругую энергию, подобную энергии пружины, а скоростные члены в (2) описывают явление диссипации энергии из — за рассеяния энергии волн

$$\eta = \frac{9\rho_b (2x^3 + 1)}{9\rho_b \tau_0 (2x^2 + 1)};$$

$$\omega^2 = \frac{9\rho_m}{\rho_b \tau_0^2 (2x^2 + 1)}.$$

Первый член характеризует коэффициент затухания, а второй собственные частоты. Выражение для скорости рассеяния энергии можно представить в виде:

$$F_s = \frac{i\omega \hbar \alpha^2}{2} \int_0^{\hbar} \left[\left(\sigma_{rr} U_r^* + \sigma_{r\theta} U_\theta^* \right) - \left(\sigma_{\theta\theta}^* U_r + \sigma_{r\theta}^* U_r + \sigma_\phi^* U_\phi \right) \right] \sin \Theta dt,$$

где $\sigma_{rr}, \sigma_{r\theta}, \sigma_{\theta\theta}, U_r, U_\theta$ — соответственно компоненты по теории напряжений и смещений. Задача исследования скорости рассеяния сводится к решению трансцендентного уравнения. Выражение отражённой волны через потенциалы перемещений можно записать в виде:

$$\phi^{(r)} = \exp(-i\omega t) \sum_{n=0}^{\infty} A_n h_n(\alpha r) P_n(\cos \theta);$$

$$\psi^{(r)} = \exp(-i\omega t) \sum_{n=0}^{\infty} B_n h_n(\beta r) P_n(\cos \theta);$$

$$\alpha^2 = \omega^2 / v_1^2; \quad \beta^2 = \omega^2 / v_2^2.$$

Здесь v_2 — скорость сдвиговой волны; $P_n(\cos \theta)$ — полиномы Лежандра; $H_n(\alpha r), H_n(\beta r)$ — сферические функции Бесселя. Коэффициенты A_n и B_n должны быть определены из граничных условий на поверхности жёсткой сферы, т. е. из требования непрерывности перемещений: $U_r = U(t) \cos \theta$,

$U_\theta = U(t) \sin \theta$, где $U(t)$ — перемещение среды. Напряжения на поверхности сферы также должны быть связаны с уравнением её движения следующим образом:

$$\rho_0 \hbar \alpha^3 \frac{d^2 U}{dt^2} = 1,5 \hbar \alpha^2 \int_0^{\hbar} (\delta_{rr} \cos \theta - \delta_{r\theta} \sin \theta) \sin \theta d\theta,$$

где a — радиус и ρ_n — плотность сферического включения. Перемещение сферы в рассматриваемой задаче должно быть гармоническим: $U(t) = U e^{i\omega t}$ При условии большой длины волны в (1), сила выражается следующим образом:

$$F(\omega) = -\frac{\rho_m V_0}{\tau_0^2} \left\{ \frac{9[V(\omega) - U(\omega)]}{2x^2 + 1} \left(1 - i\alpha \frac{2x^3 + 1}{2x^2 + 1} \right) - \alpha^2 f_2 V(\omega) \right\} \quad (3)$$

$$f = \frac{2 - 9x + x^2 + [18x^3(x + 2)] / (2x^2 + 1)^2 - Q}{2x^2 + 1},$$

где ρ_m — плотность окружающей частицу упругой среды, V_0 — объём включения, $U(x_i, t)$ — движение среды. Осциллирующее поведение коэффициента рассеяния показывает, что рассеяния можно отнести к своего рода резонансным явлениям.

При радиальных колебаниях упругого шара и включающей его среды, когда частотное уравнение имеет вид

$$\alpha \chi \operatorname{ctg} \alpha \chi = I - \frac{\chi^2}{\eta} \frac{I + i\chi}{\chi^2 - i4\beta - 4\beta}, \quad (4)$$

где $\chi = \omega R / V_{p1}$ — безразмерная частота $\alpha = V_{pa} / V_{hi}$ — отношение продольных скоростей вне и внутри шара, $\alpha = \rho_e / \rho_i$ — соответствующей отношение плотностей и $\beta = (\mu - \mu)$ — параметр определяемые размерностью модулей сдвига вещества включения и вмещающей среды. Комплексное трансцендентное уравнение (4) определяет набор комплексных собственных значений χ^n . При этом действительная часть каждого из них определяет собственную частоту χ_i^n колебаний, а мнимая соответствующей декремент затухания.

Решение уравнения (4) в общем случае довольно сложно. При конкретных значениях параметров α , β , η его можно решать численно. Однако есть довольно интересный с геофизической точки зрения предельный случай, когда свойства неоднородности и вмещающей среды отличается не очень сильно. При этом, вообще говоря, наиболее сильно различаются модули сдвига, а в меньшей степени скорости продольных волн, и наименее сильно различаются плотности.

Измерения частот и декремент затухания собственных колебаний в зависимости изменения параметров α , β , η приведены в таблице.

β	α и η		
	$\alpha = \eta = 1$	$\eta = 1, \alpha = 1, 12$	$\eta = 1, 02; \alpha = 1, 12$
0,06	3,5145	1,4635	1,4282
	2,0452	1,6187	1,5364
0	Неопределённость	1,4152	1,3867
	∞	1,3475	1,2759
-0,05	1,5474	1,3534	1,3295
	1,9392	1,1179	1,0817

Здесь верхние цифры в каждой клетке есть значения собственной частоты. Нижние везде, за исключением клетки $\beta = 0,05$, $\eta = 1$. Как было сказано выше, $\alpha = 1$ не является решением. При этих параметрах нетривиальной оказывается следующая мода колебаний. Добротность, определяемая отношением α/β тем выше, чем больше отклонения параметров α и β от единицы, т.е. в случае отсутствия включения (когда h неопределённое). При этом оказываются более добротными включения с $\beta = -0,05$ что соответствует примерно на 15% более жёсткому включению.

Однако, наибольшей добротностью обладает включение с $\beta = -0,05$, $\eta = 1$, $\alpha = 1$ т.е. следует моде колебаний. Изменения частоты для моды происходит примерно с одинаковой степенью изменения параметров η и α . Однако имеет место сильная зависимость от α в случае $\beta = -0,05$, $\eta = 1$, $\alpha = 1$. Именно, при изменении α от 1,029 до 1,0385 β повышается практически от нуля до значения 1,25.

Литература:

1. И. И. Сафаров Колебания и волны в диссипативно неоднородных средах и конструкциях. Изд. "Фан" Ташкент 1992.
2. С. С. Каюмов, И. И. Сафаров. Распространение и дифракция волн в диссипативно-неоднородных цилиндрических деформируемых механических системах. Ташкент: ФАН, 2004й., 218с.

Подготовка нефти и газа на нефтегазовых месторождениях в период падающей добычи

Ямалетдинова Айгуль Ахмадовна, преподаватель;
Абдуллаева Шохиста Шухратовна, преподаватель
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В отечественной газопромысловой практике разработка газоконденсатных месторождений осуществляется в основном на режиме использования только естественной энергии пласта. Газоконденсатные залежи в их начальном состоянии характеризуются высокими пластовыми давлениями. Такой режим требует для своей реализации минимальных капитальных вложений и относительно умеренных текущих материальных и финансовых затрат.

В истории разработки газоконденсатного месторождения, происходит последовательная смена не-

скольких характерных периодов: освоения и пробной эксплуатации; нарастающей, максимальной, падающей добычи; завершающий период. В отличие от разработки чисто газовой залежи в данном случае приходится иметь дело с продукцией, постоянно изменяющей свой состав. Это связано с явлениями ретроградной конденсации пластовой углеводородной смеси при снижении пластового давления. Высокомолекулярные углеводородные компоненты смеси после снижения давления в залежи ниже давления начала конденсации переходят в жидкую фазу, которая остается неподвижной практически на всем про-

тяжении разработки месторождения в силу низкой фазовой насыщенности, намного меньшей порога гидродинамической подвижности.

Увеличение коэффициента конденсатоотдачи и газоотдачи, при разработке газоконденсатных месторождений может быть достигнуто путем возврата в пласт в течение определенного периода времени добытого газа, из которого предварительно извлечен углеводородный конденсат. Режим разработки, обеспечивающий отбор пластового газа с начальным высоким или уменьшающимся содержанием конденсата (благодаря поддержанию давления), получил название сайклинг-процесса. В Республике Узбекистан впервые его применили на месторождении Кокдумалак, которое обустроено по полной схеме разработки нефтегазоконденсатных месторождений с применением “сайклинг-процесса” и заводнения в целях поддержания пластового давления в залежи. В настоящее время обустроивается с применением “сайклинг-процесса” месторождение Южный Кемачи.

В настоящее время такие месторождения, как Зеварды, Алан, Култук, Памук, Шуртан и Шаркий Бердак уже работают в режиме падающей добычи и приближаются к режиму эксплуатации на поздней стадии разработки. Эти стадии разработки основных эксплуатируемых месторождений отрасли характеризуются следующими моментами: падением пластового давления и соответствующим снижением дебита скважин; продолжающимся обводнением эксплуатационного фонда скважин и старением фонда скважин и наземных газопромысловых объектов; шлейфы скважин перестают работать в режиме постоянного выноса жидкой фазы; падение давления приводит к ряду серьезных технологических проблем эксплуатации установок промышленной подготовки и появлению трудностей в обеспечении надлежащего качества товарного газа.

В период падающей добычи одним из основных факторов, определяющих энергоемкость добычи газа, является эффективность работы внутри промысловой транспортной системы, поскольку дополнительные потери давления в ней приводят к увеличению энергозатрат на компримирование газа.

На газоконденсатных месторождениях для подготовки газа в качестве основного процесса в настоящее время рекомендуется низкотемпературная сепарация с применением дроссель-эффекта для получения холода в начальной стадии эксплуатации месторождения и турбодетандеров или холодильных агрегатов на этапе падающей добычи. При соответствующем технико-экономическом обосновании приведенные технологии могут дополняться и другими низкотемпературными процессами.

Литература:

1. Хафизов, А. Р., Пестрецов Н. В., Чеботарев В. В. и др. Сбор, подготовка и хранение нефти. Технология и оборудование. Учебное пособие. Уфа. 2002.
2. Тонов, В. П. Промысловая подготовка нефти. — Казань: «ФЭН», 2000. — 416 с.

Например, на ГКМ Кокдумалак, Зеварды и Памук подготовка природного газа на УКПГ (эксплуатация которых первые 12–25 лет проводилась по методу низкотемпературной сепарации с применением эффекта Джоуля — Томсона) в настоящее время производится с использованием турбодетандеров, из-за возможности получения требуемой степени охлаждения газа при меньших перепадах давления.

При применении ТДА появляется возможность реализовать технологическую схему осушки газа с использованием существующего оборудования установок НТС (сепараторов первой и второй ступени, рекуперативных теплообменников первой и второй ступени, низкотемпературных сепараторов) и тем самым продлить их срок службы. Ввод в технологическую схему осушки газа ТДА позволяет обеспечивать работу существующих установок НТС при более низком входном давлении — 7,5 МПа.

Применение ТДА позволяет при меньшем перепаде давления (2,0 МПа) на установке НТС достичь качества подготовки газа, аналогичного при дросселировании (4,2–4,4 МПа), с обеспечением требуемой температуры точки росы по влаге и углеводородам.

Такой подход, как с точки зрения рационального использования пластовой энергии, так и с позиций экономической эффективности работы установок НТС оправдан и приводит к сокращению капитальных затрат на стадии доработки месторождения.

При снижении давления на входе существующих установок НТС газа до 7,5 МПа повышается надежность работы трубопроводов и технологического оборудования, рассчитанных на давление 10,0 МПа, также повышается производительность ДКС и отодвигается срок модернизации компрессоров.

Основными проблемами в работе установок подготовки газа на заключительной стадии разработки месторождений являются увеличение удельного влагосодержания поступающего на подготовку газа и суммарной нагрузки по влаге на установке, повышение массовой и линейной скоростей в аппаратах, линейных скоростей и гидравлических сопротивлений в схемах регенерации (адсорбции) и другие проблемы.

Для оптимизации добычи и подготовки газа в течение всего срока разработки месторождения в виде единого целого необходимо разработать алгоритм решения задачи, где главным является выбор универсальных моделей для всех звеньев системы пласт-газопровод-установка подготовки газа с увязкой расчетных параметров, т.е. моделей, у которых выходные данные предыдущей модели соответствуют входным параметрам последующей, а базы данных и основные уравнения моделей не противоречат друг другу.

3. Сваровская, Н.А. Подготовка, транспорт и хранение скважинной продукции: Учебное пособие. — Томск: Изд. ТПУ, 2004. — 268 с.
4. Лутошкин, Г.С., Дунюшкин И.И. Сборник задач по сбору и подготовке нефти, газа и воды на промыслах. Учебное пособие. — М., Недра, 1985.
5. Лобков, А.М. Сбор и подготовка нефти и газа на промысле. М.: Недра, 1986. — 285 с.
6. Истомин, В.А. «Низкотемпературный процессы промышленной обработки природных газов» М., 1999.

ГЕОГРАФИЯ

Опасность возникновения селевых процессов в долине реки Аргун (Чеченская Республика)

Демельханов Магомед Дзаявдыевич, студент;
Косумов Рамзан Сулейманович, студент
Чеченский государственный университет

Селевое проявление, как и проявление оползней, камнепадов, опустынивания территории, сезонных наводнений, града, являются одним из негативных природных процессов, которое проявляется в горных районах республики, нанося ущерб коммуникациям. Сели формируются также и в части районов, которые в хозяйственном отношении представляют собой лишь районы горного выпаса, слабо заселены или не заселены вовсе, но тем не менее не теряют своей актуальности и как прочие обжитые районы требуют изучения проявления природных процессов.

Количество атмосферных осадков и уровень увлажнения в горной части республики самые высокие, поэтому влияние влаги на формы поверхности здесь самое значительное. Территория Чеченской Республики находится в зоне 5–7-балльной сейсмичности, которая возрастает с севера на юг. Наиболее заселенная Чеченская наклонная равнина и северные склоны Большого Кавказа расположены в зоне повышенной сейсмической активности. Пограничное природно-географическое положение республики на стыке крупных европейских равнин и мощной горной системы Большого Кавказа, определяет многие ее особенности. Все элементы природных ландшафтов здесь формируются под влиянием, с одной стороны, барьерной роли горной системы с юга, в результате на территорию республики не проникают субтропические теплые воздушные массы, уменьшается поступление влаги на равнинную часть из воздушных бассейнов Черного и Средиземного морей. С другой стороны — полная открытость с севера, севера-запада и востока для проникновения в разные периоды года арктических, атлантических и континентальных сибирских, среднеазиатских воздушных масс, определяют засушливость северных и влагонедостаточность предгорных равнинных территорий республики при общем высоком уровне солнечной инсоляции. Сочетание всех названных факторов обуславливает растительный покров и фауну и уже с их участием образование в течение предыдущих тысячелетий ландшафтов,

которые мы видим в республике с севера на юг сегодня.

Многообразие природных ландшафтов и, соответственно, почвенно-климатических, орографических и других условий в республике от северных низменностей до заснеженных высокогорий на юге, создают благоприятные условия для жизнедеятельности человека. В пределах республики он может выбрать место проживания в самых различных природных условиях, имеющих во многих местах уникальные свойства, которые способствуют здоровью, его восстановлению и долголетию. Тектонически — это крупная моноклираль, сложенная антиклинальными складками, наиболее крупными из них являются Бенойская на востоке и Датыхская между реками Фортангой и Ассой на западе. Достигая в западной части ширины до 30 км, Черные горы заметно сужаются к востоку, где их ширина не превышает 12–15 км.

Система низкогорных хребтов Черных гор сложена меловыми и палеогеновыми известняками, мергелями и песчаниками, легко подвергающимися поверхностному (экзогенному) разрушению. Вследствие этого, Черные горы имеют мягкие, округлые очертания. Хребты невысокие, преобладающие высоты 1000–1100 метров, они представляют собой ряд горных складок, постепенно понижающихся к северу. Поперечные долины, образованные многочисленными реками, и продольные понижения, расчленяют Черные горы на ряд отдельных горных массивов. Речные долины нередко расширяются, а горы, окружающие их, как бы отступают, образуя местами обширные котловины. Самая большая из таких котловин в Черных горах находится у слияния рек Чанты-Аргун и Шаро-Аргун, у селения Чишки. От подножия до вершин Черные горы покрыты лесом, это придает им издали темную окраску. Отсюда возникло и их название. Черные горы представляют собой зону предгорий.

Собственно горная часть республики расположена на северном склоне Большого Кавказа. В осадочной толще

Кавказского хребта чередуются прочные и легко поддающиеся разрушению горные породы, это обусловило их расчленение на ряд продольных хребтов. Хребты образовались там, где обнажились стойкие горные породы, а долины, разделяющие их, возникли в местах распространения менее прочных пород.

Пастбищный хребет (следующий к югу от Черных гор) имеет сложное строение. В западной части он образует два, а местами три параллельных хребта. Пласты верхнемеловых известняков, доломитов, мергелей обнажаются к югу крутым обрывом, а на севере полого падают под небольшим углом (до 14°). Многие вершины Пастбищного хребта поднимаются на высоту выше 2000 метров.

Следующий к югу — Скалистый хребет который особенно отличается своей асимметричностью: южные склоны обрывистые, почти отвесные на многих участках, а северные — пологие.

В долинах рек, пересекающих известняковые хребты, чередуются узкие и расширенные участки. В местах, где река врзается в прочные известняковые породы, слагающие хребты, ее долина имеет вид глубокого узкого ущелья с отвесными скалистыми склонами. Даже в жаркий, солнечный день, в мрачных теснинах такого ущелья царит сумрак и прохлада.

Совершенно преображаются речные долины в промежутках между хребтами. Здесь горы образуют обширные светлые котловины, вытянутые, как правило, вдоль течения реки. В таких местах, удобных для расселения, расположены обычно горные села и аулы.

Вдоль южной границы республики протянулась цепь серебристо-белых снежных вершин Бокового хребта, который на этом участке выше Главного Кавказского хребта на тысячу метров.

Между Боковым хребтом и Скалистым (к северу) расположена Северо-Юрская межгорная котловина, которая достигает наибольшей ширины к западу, в пределах Центрального Кавказа (до 35 км) а в пределах республики проявляется рядом отдельных котловин: Галанчожской, Итум-Калинской, Шаройской, Макажоевской.

Боковой и Водораздельный (Главный) хребты сложены ниже — средне-юрскими мезозойскими глинистыми сланцами.

В Чеченской Республике звеньями Бокового хребта являются Пирикительский хребет с вершинами Темболт-Лам (Тебулос-Мта), Камито-Даттах-Корт (4271 м), Донос-Мта (4178 м) и Снеговой хребет, высшая точка которого — гора Диклос-Мта (4274 метра). Одиннадцать вершин в Чечне имеют высоту более 4000 метров.

Вершина Темболт-Лам (4494 м над уровнем моря) — самая высокая не только в Чечне, но и на всем Восточном Кавказе.

К экзогенным (внешним) факторам, формирующим морфологический облик рельефа относятся: вода, климат, фауна и флора, деятельность человека, характер горных пород на поверхности. Их влияние комплексное, зонально или высотно различается. В Чеченской Республике ре-

льеф высочайших гор на юге непосредственно определяется вечными снегами и льдами.

Формирование селей в Чеченской Республике обусловлено сочетанием геологических, климатических и геоморфологических условий: наличием селеформирующих грунтов, источников интенсивного обводнения этих грунтов, а также геологических форм, способствующих образованию достаточно крутых склонов и русел. Сложность орографии, гидрографии, выпадения атмосферных осадков и геологического строения территории, обуславливает высокую вероятность возникновения селевых процессов. Увлажнение пород увеличивает их массу и соответственно действие на них гравитационных сил, что сопровождается ослаблением прочности структурных связей в них, изменением консистенции грунтов до пластичной и даже текучей. Это все приводит к снижению прочности (трения и сцепления) горных пород на склоне, формирует динамику изменения склоновых ландшафтов.

В различных районах республики, с обильным поступлением осадков лишь незначительная часть влаги инфильтруется, а большая часть быстро стекает со склона. В районах распространения многолетнемерзлых грунтов быстрое и глубокое протаивание мерзлых пород весной и летом благоприятствует развитию селей: на склонах северной экспозиции солифлюкционных явлений, на южных — сплывов, которые при обильном поступлении осадков могут переходить в активные сели.

Источниками твёрдого питания селей могут быть: ледниковые морены с рыхлым заполнением или без него; русловые завалы и загромождения, образованные преддущими селями; древесно-растительный материал. Источниками водного питания селей являются: дожди и ливни; ледники и сезонный снежный покров (в период таяния); воды горных озёр. Для высокогорных бассейнов с развитыми современными ледниками и ледниковыми отложениями, такими, как верхняя часть реки Шаро-Аргун и Чанты-Аргун и их притоков, характерны и гляциальные сели. Основным источником их твёрдого питания являются морены, которые вовлекаются в процесс селеобразования при интенсивном таянии ледников.

Непосредственными причинами зарождения селей служат также интенсивное таяние снега и льда, реже — землетрясения. Для образования селевых потоков необходимо наличие: достаточного количества продуктов разрушения горных пород на склонах бассейна; достаточного объема воды для смыва или сноса со склонов рыхлого твердого материала и последующего его перемещения по руслам; крутого уклона склонов и водотока. Проявление селей формирует динамику ландшафтов верховья Чанты-Аргуна. Нарушается стабильность субальпийских и горно-степных ландшафтов, обнажается подстилающая порода, вместе с грязевой массой стекает растительность и плодородный слой перевода субальпийские и горно-степные ландшафты в селевые.

Прогнозирование гляциальной селеопасности базируется на выявлении аномальных отклонений характе-

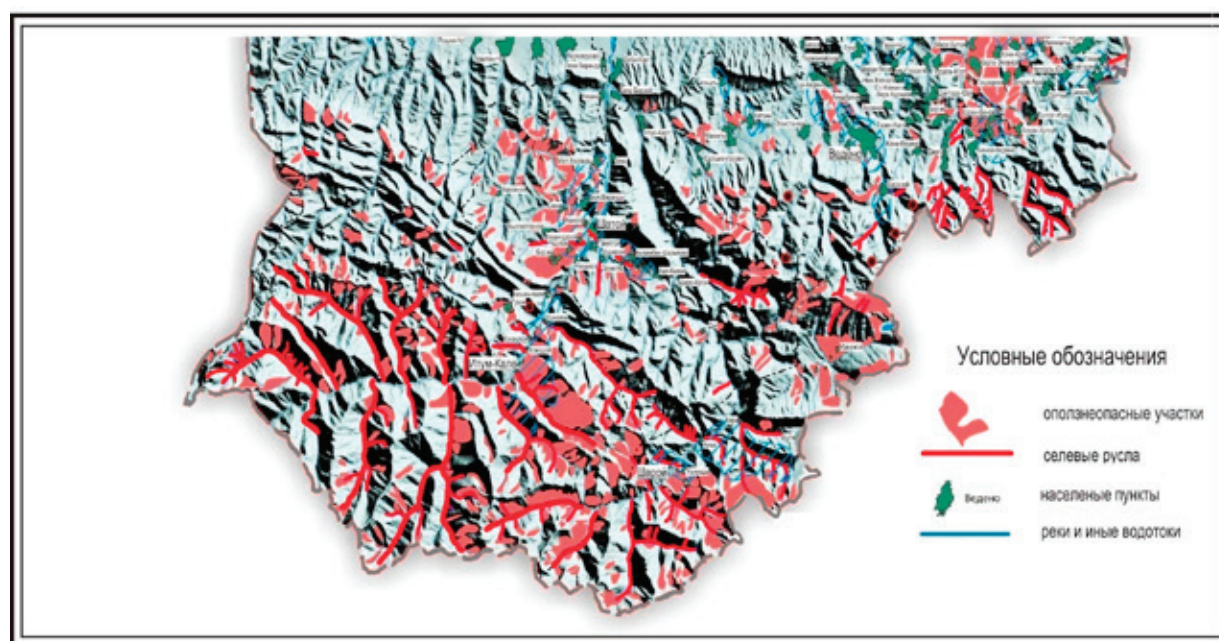


Рис. 1. Селевые русла горной Чечни
(Доклад «О состоянии окружающей среды ЧР 2008 г.». Фрагмент.)

ристик водного и термического режимов. Для этого используется информация гидрометеостанций и постов, расположенных в данном горном районе. Прогноз гляциальной селеопасности заключается в заблаговременном предсказании возможности прорыва моренных и подпруженных озёр, а также внутриледниковых емкостей.

По составу переносимого твердого материала селевые потоки принято различать следующим образом: грязевые потоки, представляющие собой смесь воды и мелкозема при небольшой концентрации камней (объемный вес потока 1,5–2,0 т/м³); грязекаменные потоки, представляющие собой смесь воды, мелкозема, гальки, гравия, небольших камней; попадают и крупные камни, но их немного, они то выпадают из потока, то вновь начинают двигаться вместе с ним (объемный вес потока 2,1–2,5 т/м³); водо-каменные потоки, представляющие собой смесь воды с преимущественно крупными камнями, в том числе с валунами и со скальными обломками.

Район верховьев бассейна реки Шаро-Аргун отличается довольно высокой селевой активностью. Район относится к зонам переувлажнения. На режим и количество атмосферных осадков здесь влияют два фактора: атмосферная циркуляция и наличие высоких хребтов Кавказских гор, усиливающих выпадение атмосферных осадков в ее горной части. Выпадение осадков по сезонам года отличается большой неравномерностью, обуславливаясь, прежде всего, вторжением в ее пределы влажных воздушных масс, которые приносит атлантический циклон. Так как влияние атлантического циклона проявляется на Северном Кавказе преимущественно летом, наибольшая влажность воздуха и максимальное количество осадков наблюдается в мае — июле. При этом наблюдается резкое уменьшение годового их количества в направ-

лении с юга на север — от гор к равнинам. Сумма осадков в селеопасной зоне Чеченской Республики за год 800–1000 мм и более.

Селевые потоки, возникающие в верховьях бассейна реки Шаро-Аргун, состоят из смеси воды, глинистых и песчаных частиц. Раствор имеет свойства пластичного вещества. Поток как бы представляет единое целое. В отличие от водного потока он не следует изгибам русла, а разрушает и выпрямляет их или переваливает через препятствие.

В местах, где имеются значительные уклоны русел, наличие рыхлого материала или глинистых, легко разрушающихся пород, формируются небольшие наносоводные селевые потоки, вызванные ливневыми осадками высокой интенсивности. Для развития селевого проявления, в целом, в долине реки Аргун способствуют геоморфологические особенности: прямой эрозионно-тектонический рельеф с четким морфологическим отражением в нем структурных элементов Черногогорской моноклинали, нарушенной новейшей неогеновой складчатостью (антиклинальными выступами и флексурами); рельеф территории относительно молодой, активно-формирующийся в противоборстве интенсивных современных воздыманий и прогрессирующей эрозии. повышенное выпадение осадков от 800 до 1000 и более мм. в год. Увлажнение пород увеличивает их массу и соответственно действие на них гравитационных сил, что сопровождается ослаблением прочности структурных связей в них, изменением консистенции грунтов до пластичной и даже текучей. Это все приводит к снижению прочности (трения и сцепления) горных пород на склоне. С ливневым характером осадков лишь незначительная часть влаги инфильтруется, а большая часть быстро стекает со склона. Также

образование селей, связано с антропогенной деятельностью в горных районах, строительством и неумеренным выпасом скота.

По генезису выделяются три главных генетических типа селей: дождевой, снеговой и гляциальный, которые имеют зональный характер распространения и существенные различия в селевом режиме. Генетический тип селей, характеризующий район, означает господство здесь данного типа селей и не отрицает наличия редких селей иного генезиса.

В селевых бассейнах реки Аргун, формируются все три генетических типа селей, но большая часть принадлежит к типу дождевого. Формируются здесь наносоводные сели с трансформацией грязекаменных потоков по мере их продвижения по основным руслам.

Весенняя активизация склоновых процессов возможна при холодном осенне-зимнем сезоне, когда осадки накапливаются в виде снега, первоначально выпав на непромерзлую землю. В этом случае при весеннем снеготаянии практически вся талая вода будет фильтроваться в грунт. Выпадение же снега на промерзшую землю обусловит преобладание поверхностного стока над инфильтрацией при его весеннем таянии. Характер влияния переувлажнения в значительной степени определяется физико-механическими свойствами пород, особенностями их изменения при изменении режима климатических показателей. Так при одной и той же погоде развитие экзогенных геологических процессов по-разному происходит в породах разного генезиса, с разными прочностными свойствами, скоростью выветривания, водопрочностью и т.п.

Литература:

1. Байраков, И. А., Гакаев Р. А., Идрисова Р. А. Влияние современных экзогенных процессов на ландшафты Чеченской Республики. В сборнике: Материалы по изучению Чеченской Республики Межвузовский сборник научных трудов.. Байраков И. А., к.б.н., доцент ЧГУ (отв. редактор), Болотханов Э. Б., к.т.н., доцент ЧГУ (зам. отв. редактора), Автаева Т. А., к.б.н., доцент ЧГПИ, Идрисова Р. А. ст. прерод. кафедры физической географии ЧГУ. Назрань, 2007. с. 14–34.
2. Баринов, А. В., Седнев В. А., Шевчук А. Б. Харисов Г. Х., Кошечая Е. И. Опасные природные процессы: Учебник. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. — 334 с.
3. Гакаев, Р. А., Батукаев Н. С., Вагапова А. Б. К вопросу возникновения селей и динамики ландшафтов верховья реки Шаро-Аргун. В сборнике: Экологический интеллект — 2014. Материалы IX Международной научно-практической конференции молодых ученых. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта. 2014. с. 59–61.
4. Гакаев, Р. А., Махмуджанов И. Ш. Тенденции развития оползней в Чеченской Республике. В сборнике: Наука и устойчивое развитие общества. Наследие В. И. Вернадского Сборник материалов 2-й Международной заочной научно-практической конференции. 2007. с. 112–113.
5. Гакаев, Р. А., Усманов И. М. Характеристика образования селей и районирование Чеченской Республики по активности их проявления. В сборнике Экологические проблемы. Взгляд в будущее. Материалы VI Международной научно-практической конференции. 2010. с. 65–66.
6. Гакаев, Р. А. Морфологическая типизация селевых очагов горной части Чеченской Республики. В сборнике: Геология, геоэкология, Эволюционная география. Материалы XIII Международного семинара. 2014. с. 185–188.
7. Гакаев, Р. А., Агаев Р. И., Убаева Р. Ш. Селевая активность в Чеченской Республике. В сборнике: Актуальные проблемы экологии и природопользования. Ч.1.2012. с. 317–321.
8. Гакаев, Р. А. Генезис селевых русел бассейна реки Аргун (Чеченская Республика). В сборнике: Антропогенная трансформация геопространства: история и современность Материалы II Международной научно-практической конференции. Волгоградский государственный университет; С. Н. Канищев (отв. ред.). Волгоград, 2015. с. 208–211.
9. Гакаев, Р. А. Условия и факторы развития оползневого процесса в северо-восточном Кавказе (на примере ЧР). В сборнике: Экологические проблемы. Взгляд в будущее Сборник трудов III-й научно-практической конференции. Ответственный редактор Ю. А. Федоров. 2006. с. 70–75.
10. Гакаев, Р. А. Антропогенное оползнеобразование в селитебных ландшафтах Шатойской котловины. В сборнике: Сергеевские чтения. Инженерно-геологические и геоэкологические проблемы городских агломераций Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. Москва, 2015. с. 230–234.
11. Гакаев, Р. А. Формы проявления карста в Чеченской Республике и их основные характеристики. В сборнике: Глобализация и география Материалы международной научной конференции. 2012. с. 351–355.
12. Гакаев, Р. А., Гацаева Л. С., Керимов И. А. Геоморфологические особенности возникновения селей в горной части Чеченской Республики. В сборнике: Международная научная конференция, посвященная 500-летию армянского книгопечатания и 65-летию основания СНО ЕГУ Материалы Международной научной конференции, посвященной 500-летию армянского книгопечатания и 65-летию основания СНО ЕГУ. 2013. с. 93–96.

13. Гакаев, Р. А., Даукаев А. А. Влияние хозяйственной деятельности на возникновение оползней в Чеченской Республике. В сборнике: Современные проблемы геоэкологии и природопользования горных территорий Материалы IV Международной научно-практической конференции. 2009. с. 235–237.
14. Гакаев, Р. А., Даукаев А. А. Очаги селеобразования и селевая опасность в горной Чечне. В сборнике: Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире (Геориск — 2015) Материалы 9-й Международной научно-практической конференции. Научный Совет РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. Москва, 2015. с. 154–158.
15. Гакаев, Р. А. Активизация проявления оползневых процессов в горно-лесных ландшафтах Чеченской Республики. В сборнике: Актуальные проблемы экологии и природопользования Сборник научных трудов. 2014. с. 234–237.
16. Демельханов, М. Д. Условия возникновения селевых потоков в Чеченской Республике / М. Д. Демельханов // Молодой ученый. — 2015. — № 14. — с. 649–651.
17. Доклад «О состоянии окружающей среды Чеченской Республики 2008г».. Комитет Правительства Чеченской Республики по экологии, Грозный, 2009 г.
18. Керимов, И. А., Гакаев Р. А., Даукаев А. А., Гацаева Л. С. Сели и их проявление в Чеченской Республике. В сборнике: Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа Материалы Всероссийской научно-технической конференции. ответственный редактор Матишов Г. Г.. 2011. с. 433–434.
19. Разумов, В. В., Тлисов М. И., Молчанов Э. Н. и др. Оценка природного потенциала и экологического состояния территории Чеченской республики. — СПб.: Гидрометеоздат, 2001. — 158 с.
20. Рашидов, М. У., Гакаев Р. А. К вопросу взаимоотношения общества и природы в Чеченской Республике. Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. 2007. Т. 2. № 3 (9). с. 146–149.
21. Рашидов, М. У., Гакаев Р. А. Проблемы оздоровления окружающей среды Чеченской Республики. В сборнике: Наука и устойчивое развитие общества. Наследие В. И. Вернадского Сборник материалов 2-й Международной заочной научно-практической конференции. 2007. с. 109–111.
22. Убаева, Р. Ш. Геоэкологическая оценка формирования и проявления селей в ландшафтах бассейна реки Чанты-Аргун (Чеченская Республика) / Р. Ш. Убаева // Молодой ученый. — 2014. — № 21. — с. 79–81.
23. Gaikayev, R. A. Exogenous geological processes and phenomena in landscape basin of Argun river. В сборнике: Наука вчера, сегодня, завтра Сборник научных докладов конференции, посвященной 100-летию переезда Университета Варшавского в Ростов-на-Дону. Университет Варшавский, факультет права. Diamond trading tour, Высшая экономическая школа в Белостоке. Союз поляков Дона. Warszawa, 2015. с. 40–43.
24. Gaikayev, R. A., Ubaeva R. A. Landslide hazard in the mountainous part of the Chechen Republic. Перспективы науки. 2012. № 6 (33). с. 199–201.
25. Gaikayev, R. A. To the question of predisposition landslides in mountain landscapes of the Chechen Republic. В сборнике: Научные работы, практика, разработки, инновации 2013 года Сборник научных докладов. Sp. z o.o. «Diamond trading tour». Warszawa, 2013. с. 35–38.
26. Gaikayev, R. A. Exogenous geological processes and phenomena in landscape basin of Argun river. В сборнике: Наука вчера, сегодня, завтра Сборник научных докладов конференции, посвященной 100-летию переезда Университета Варшавского в Ростов-на-Дону. Университет Варшавский, факультет права. Diamond trading tour, Высшая экономическая школа в Белостоке. Союз поляков Дона. Warszawa, 2015. с. 40–43.

Единое экономическое пространство: предпосылки создания и перспективы развития

Дмитриченко Всеволод Леонидович, магистрант
Санкт-Петербургский государственный университет

29 мая 2014 года президенты России, Белоруссии и Казахстана подписали договор о создании с 1 января 2015 года ЕАЭС (Евразийского экономического союза). Таким образом, завершается формирование крупнейшего общего рынка на пространстве СНГ в 170 миллионов человек, который станет новым мощным центром экономического развития.

Единое экономическое пространство, созданное 1 января 2012 года, представляет собой форму межгосударственной интеграции. Оно состоит из территорий Сторон, на котором функционируют однотипные механизмы регулирования экономики, основанные на рыночных принципах и применении гармонизированных правовых норм, существует единая инфраструктура и проводится согла-

сованная налоговая, денежно-кредитная, валютно-финансовая, торговая и таможенная политика, обеспечивающие свободное движение товаров, услуг, капитала и рабочей силы.

Основными целями ЕЭП является эффективное функционирование общего (внутреннего) рынка товаров, услуг, капитала и труда, создание условий стабильного развития экономики Сторон в интересах повышения жизненного уровня населения; проведение согласованной налоговой, денежно-кредитной, валютно-финансовой, торговой, таможенной и тарифной политики; развитие единых транспортных, энергетических и информационных систем; создание общей системы мер государственной поддержки развития приоритетных отраслей экономики, производственной и научно-технологической кооперации.

Фактически, речь идёт о форме межгосударственной интеграции, предполагающей создание наднациональных органов. В этом плане таможенный союз является значительно более продвинутой формой интеграции, чем, например, зона свободной торговли.

Развитию межгосударственной экономической интеграции способствует наличие целого ряда предпосылок. Так, интеграционные процессы наиболее продуктивно происходят между странами, находящимися примерно на одинаковом уровне экономического развития и имеющими однородные хозяйственные системы.

Другая, не менее важная предпосылка — географическая близость интегрирующихся стран, расположенных в одном регионе и имеющих общую границу.

Возможность и целесообразность интегрирования во многом определяется наличием между странами исторически сложившихся и достаточно прочных экономических связей. Важно знать, что большое значение имеет общность экономических интересов и проблем, решение которых совместными усилиями может быть значительно эффективнее, чем порознь. Примером может служить наиболее развитая форма интеграции, сложившаяся в Европейском союзе. [1, с.69]

Цели создания Единого экономического пространства, как и круг основных его участников во многом совпадают с целями создания ЕврАзЭС. Причина объединения экономик именно России, Казахстана и Белоруссии? Ответ очевиден. На долю этих государств приходится около 90% общего экономического потенциала стран СНГ. При этом доля России составляет 82% совокупного ВВП, 78% — промышленной продукции, 79% инвестиций в основной капитал. Эти страны располагают наиболее развитым научно-техническим, промышленным, финансовым и кадровым потенциалом, полная и эффективная реализация которого требует более емкого рынка, в них проживает 170 млн. человек, и они располагают огромными природными ресурсами, практически полностью обеспечивающими свои основные потребности. [2, с.12]

Немаловажным фактором является наличие значительной части русскоязычного населения и сохраняющиеся кооперационные связи между предприятиями,

входившими ранее в единый экономический комплекс Советского Союза.

Опыт функционирования Содружества Независимых Государств позволил запустить эту многоуровневую и разностороннюю интеграцию на постсоветском пространстве, позволил создать такие организации, как Организация Договора о коллективной безопасности, Союзное государство России и Белоруссии, Евразийское экономическое сообщество, Таможенный союз и Единое экономическое пространство.

Тесная экономическая интеграция со странами СНГ по-прежнему отвечает стратегическим интересам России. Однако она должна носить более активный, и прагматичный характер. При реорганизации СНГ целесообразно сохранить ее как «политическую площадку», для обсуждения вопросов взаимодействия в борьбе с терроризмом и экстремизмом, проблем безопасности, взаимодействие правоохранительных органов, гуманитарного и культурного сотрудничества. В этой связи, радикальная экономическая реформа СНГ не целесообразна, поскольку за последние годы были созданы новые интеграционные объединения, которые в отличие от Содружества имеют четкие цели, задачи и механизмы их реализации.

Страны ЕЭП пока ориентированы преимущественно на тактические цели своего участия в интеграции, чем стратегические, что так же служит риском. К таким тактическим целям относятся: получение российских энергоносителей по заниженным ценам, решение транзитных проблем, при этом с трудом подключаются к механизмам гарантии исполнения обязательств по причине опасения за экономический и политический суверенитет, что свидетельствует о сохраняющейся политической незрелости элит стран ЕЭП, принимающих решения. В отличие от остальных партнёров по ЕЭП, Россия ставит перед собой именно стратегические цели участия в процессах глубокой экономической интеграции, будучи заинтересованной, не только в собственном экономическом развитии, но и в создании пояса экономико-политической стабильности и благополучия по периметру своих границ и на всём постсоветском пространстве.

Экономическая оценка Единого экономического пространства показала высокую эффективность создания данного интеграционного объединения, что в особенности затрагивает период 2010–2011 года. Временный спад во взаимной торговле стран ЕЭП, наблюдающийся после 2012 отнюдь не означает кризиса всего объединения или отсутствия у него перспектив развития. Преодолению кризиса в обрабатывающей промышленности может помочь ряд предлагаемых ЕЭК крупных межгосударственных проектов, таких, как строительство высокоскоростной железнодорожной магистрали Астана—Москва—Минск, стимулирование использования отечественной металлопродукции при возведении монолитных зданий и других объектов, строительство объектов нефтедобычи, газодобычи и транспортной системы, развитие судостро-

ения, производства кузовов и шасси. Более того, кооперация государств союза в различных отраслях экономики позволит усилить их конкурентные преимущества, став базой для экспансии на зарубежные рынки.

Страны ЕЭП видят в данном проекте инструмент по получению особых условий доступа на ёмкий российский рынок и упрощению торгово-экономических отношений с ведущими экономиками мира за счёт российского экономико-политического потенциала и влияния. Сторонники объединения предполагают, что участие в интеграционных проектах с участием России останется для Белоруссии, Казахстана и, тем более, Киргизии и Таджикистана, единственной возможностью войти в ми-

ровое интеграционное пространство, в мировую экономику.

В любом случае, финансово-экономические и политические ресурсы России, достаточные для форсирования интеграции на постсоветском пространстве, объективные потребности государств региона, осознавшие низкую конкурентоспособность своих экономических и политических систем, а также стратегическая обстановка в данных регионах, характеризующаяся снизившимся после мирового финансового кризиса уровнем активности внерегиональных акторов, в целом благоприятствуют дальнейшему формированию ЕЭП, вступлению в него новых членов и преобразованию в Евразийский экономический союз.

Литература:

1. Семенов, К. А. Международная экономическая интеграция. Учебное пособие. — М.: Логос, 2006, с. 69.
2. Андрианов, В.Д Проблемы и перспективы формирования единого Экономического пространства СНГ // Экономист. — 2011. — № 12.
3. Н. В. Каледин, В. В. Ятманова. «Политическая и экономическая география мира». Часть 3. Типология стран современного мира: Учебное пособие. Изд. 2-е, испр. и доп. — СПб, 2008 г. — 77–82 с.
4. Гранберг, А. Г. Основы региональной экономики: учебник для вузов / А. Г. Гранберг. — М., 2000.
5. Путин, В. В., «Россия: национальный вопрос» // — М., 2012.
6. Путин, В. В., «Новый интеграционный проект для Евразии — будущее, которое рождается сегодня» // «Известия» — М., 2011 г.
7. Д. Н. Назарбаева, «Содружество Евразия», // — Астана., 2000. с. 68–69.
8. В. П. Максаковский, «Общая экономическая и социальная география. Курс лекций. В 2-х ч. Ч. 2: Учебник» // ВЛАДОС, — 2009 г. с. 71–81.

Водоохранные и почвозащитные функции лесных экосистем Чеченской Республики

Косумов Рамзан Сулейманович, студент;
Демельханов Магомед Дзаявдыевич, студент
Чеченский государственный университет

Лес играет огромную роль в сохранении водных и земельных ресурсов, в улучшении окружающей среды. Леса выполняют важнейшие средо-образующие функции: полезащитную, почвозащитную (противоэрозийную), климато-защитную и др. Кроме того леса выполняют космическую роль, участвуя в процессе фотосинтеза, т.е. превращении костной матери в органическую и во многом и во многом определяя биохимические циклы. Положительное влияние лесов на питание грунтовых вод обычно не вызывает сомнений. Это связано с переводом значительной части поверхностного стока вод в подземный. Грунтовые воды, в свою очередь, питая реки, обеспечивают более высокий уровень воды в них зимой и летом (период межени). Весной же и при летних ливнях больше воды в реки поступает с безлесных площадей за счет поверхностного стока. Последний неизбежно связан с загрязнением вод продуктами эрозии почв и другими

агентами, а также с вероятностью наводнений, их разрушительной силы.

Основной причиной увеличения грунтового и уменьшения поверхностного стока лесами является сохранение под ними хорошей водопроницаемости почв (защищена лесной подстилкой, разрыхлена корнями и т.п.), а также более равномерным поступлением влаги на ее поверхность (замедленная интенсивность таяния снега, гашение силы дождей пологом леса и др.). Во время дождя упругие струи воды с силой падают на ветви и с них мягко стекают на лесную подстилку, состоящую из опавших листьев и лесного разнотравья. Через подстилку вода медленно уходит в почву и по глубинным ее слоям стекает в реки. Таким образом, лес защищает почву от эрозии, берега рек от размывов. Зимой на кронах лиственных пород задерживается не более 3–5% осадков, но зато тот снег, что упадет на лес, лежит там прочным мягким покрывалом.

Талые и дождевые воды в лесу интенсивно пополняют запасы грунтовых вод. Запасы грунтовых вод под лесами больше и потому, что в лесу происходит накопление влаги. Зимой толщина снега в лесу больше, чем в полях, поэтому почва меньше промерзает. Весной она быстрее оттаивает и начинает впитывать в себя талые воды. Рыхлая лесная подстилка, мхи обладают большой влагоемкостью, 1 м этой своеобразной губки в состоянии поглотить в условиях южной тайги до 6 кг дождевой воды. В лесу меньше скорость ветра и, следовательно, испарение. Летом подстилка уменьшает нагревание почвы и тем самым способствует сохранению в ней влаги. Под защитой леса земля медленно насыщается живительной влагой.

Вырубка лесов резко изменяет характер стока и гидрологический режим рек, вызывает бурные весенние паводки и резкое обмеление рек в летнее время. Для того чтобы водорегулирующее значение лесов проявлялось с максимальной эффективностью, они должны располагаться равномерно по всему водосборному бассейну реки.

Положительное влияние лесов на качество вод связано с процессом их фильтрации через почвенно-грунтовую толщу. Лесные воды (в том числе и поверхностного стока) всегда несут меньше взвешенных частиц и растворенных химических веществ, чем воды, поступающие с сельскохозяйственных полей, урбанизированных и других подвергающихся антропогенному воздействию территорий. Степень преимуществ качественного состава лесных вод над водами других категорий по мере возрастания антропогенных нагрузок продолжает увеличиваться. Это является свидетельством того, что леса как мощные экосистемы сохраняют еще значительный потенциал способности к самоочищению и противостоянию разрушительным силам техногенеза. Водоочистительная роль лесных экосистем настолько существенна, что их всё более используют для очистки загрязнённых вод.

Лесные экосистемы оказывают также благоприятное влияние на бактериологические и физические свойства воды. Вода осадков, взятая на пашне, имела коли-индекс (кол-во кишечных палочек в 1 литре воды), равный 18, а после прохождения воды через 45-метровую лесную полосу он уменьшился в 2 раза — до 9. В 5 раз увеличилась прозрачность воды.

При рубках лесов их водоохранные свойства резко снижаются или пропадают полностью. Если вырубки зарастают в результате вторичной сукцессии, то эти свойства довольно быстро восстанавливаются. Когда условия для проявления вторичной сукцессии нарушаются в результате цепных реакций, вырубки могут приходиться в состояние опустынивания. Это наиболее вероятно в горных районах, где после сведения лесов интенсивно проявляется эрозия почв.

На воды особенно влияют те леса, которые растут по берегам рек. Леса перспективны для очистки вод, загрязненных удобрениями, ядохимикатами и другими веществами. Для этой цели ландшафты должны быть организованы таким образом, чтобы воды с полей, до того как

попасть в источники, проходили через лесные массивы или лесные полосы рассредоточенным потоком.

На примере Чеченской Республики породный состав леса распределяется следующий образом: бук — 49%, береза — 11, граб — 10, дуб — 9,6; клен — 3,4; липа, ольха и ясень — по 3%, сосна — 2,5; осина, тополь и ива — 2,5; прочие — 3%. Из всех лесообразующих пород твердолиственные составляют 69,5 процента, мягколиственные — 28, хвойные — 2,5%, общий запас древесины — 48 млн. куб. метров. Наибольшими запасами лесных ресурсов располагают районы: Ачхой-Мартановский (16,7%), Шатойский (13,9%) и Итум-Калинский (13,7). Особую ценность представляют наиболее распространенные в республике буковые леса, которые произрастают в стране почти исключительно на Кавказе. Древесина бука используется для производства высококачественной мебели, паркета и других изделий. Бук восточный называют «царем» чеченского леса. Лесопокрываемая площадь в республике составляет 345 тыс. гектаров (21% территории), в ее древесно-кустарниковой флоре насчитывается 150 видов.

На Терско-Кумской низменности набор трав полупустынных и сухостепных ландшафтов позволяет выпасать здесь скот, особенно овец, круглогодично, так как снеговой покров в зимний сезон маломощный, стаивает или отсутствует. В этой части республики пастбища занимают 300 тысяч гектаров. Видовой состав травостоя, песчаные почвы и агроклиматические условия в сочетании, позволяют выводить и содержать здесь тонкорунные породы овец, приспособленных именно к таким условиям. И вкусовые качества мяса, молока, полученного от крупного рогатого скота или овец, выпасавшихся в полупустынной зоне, отличаются своими ценными особенностями.

В горно-луговом поясе республики имеются богатейшие ресурсы сочных трав субальпийских высокогорных и низкотравных альпийских лугов и ковров, площадь которых составляет 240 тыс. гектаров. Это пастбища и сенокосы для содержания крупного рогатого скота на субальпийских лугах и грубошерстных пород овец — на альпийских лугах и коврах. Леса, горные луга и степи Чеченской Республики богаты дикорастущими съедобными и лекарственными травами, ягодниками и плодовыми культурами. Пищевые виды таких растений можно подразделить на четыре группы:

а) Орехоплодные — бук восточной, лещина обыкновенная, липа сердцевидная, орех грецкий;

б) Фруктовые и ягодные — 28 видов, в их числе айва, алыча, виноград, яблоня, малина, смородина.

в) Растения, дающие напитки чайного и кофейного типа, прохладительные напитки — 107 видов, среди которых: душица, зверобой, мята, чабрец (чайные); цикорий, одуванчик, лопух, дуб скальный (кофейные)

г) Пряные (90 видов) — горлица, гравилат, девясил, донник, можжевельник, дикая рябина, полынь обыкновенная, тмин и др.

К хозяйственно ценным относятся также медоносы — их 340 видов, декоративные — 320 видов, дубители кож — 55 видов, ароматизаторы — 50.

Например, из медоносов, липа сердцелистная может дать с гектара до 1000 кг. меда, шалфей мутовчатый — до 730 кг, яснотка белая и донник лекарственный — по 500 кг. меда с гектара.

Из 2165 видов растений, составляющих растительный покров Чеченской Республики — 672 вида лекарственных растений, содержащих природные, экологически чистые, биологически активные вещества. Ресурсы лекарственных растений составляют 400 тонн в год. К таким растениям, например, относятся: девясил высокий, одуванчик лекарственный, зверобой пронзенный, мать-и-мачеха, душица обыкновенная, ландыш закавказский. Разнообразием видов и качеством лекарственных растений выделяется горная часть республики. Можно заметить, что многие дикорастущие растения одновременно являются и лекарственными, и пищевыми.

Сравнительно широко используются только некоторые виды пищевых дикорастущих — крапива, шавель, черемша, немногие виды плодов, орехи и ягоды. Мало применяются в пищу пряные и островкусые растения. Многие дикорастущие растения имеют диетическое значение.

Дикорастущие пищевые и лекарственные растения могут иметь самое различное применение. Необходимо широко, но бережно собирать их, полнее использовать щедрое дары природы в пищевой, фармацевтической промышленности и в домашних условиях. Сырьем для деревообрабатывающей промышленности служат бук, дуб, ольха, клен и другие. При оценке флористических ресурсов республики, следует отметить, что в составе ее флоры есть ядовитые и вредные растения — это 195 видов, 9% травостоя пастбищных и сенокосных угодий. При поедании различных ядовитых растений, у животных проявляются болезни и болезненные явления. Так, на центральную нервную систему влияет чемерица, лобелия, лютик ядовитый, белена; на органы пищеварения — горец вьюнковый, молочай, куколь и др. Некоторые виды вредных растений вызывают порчу молока, мяса — полынь горькая, подмаренник лук, кислица, молочай и др. Всего в республике 74 тыс. га засоренных ядовитыми травами и около 10 тыс. гектаров засоренных вредными травами пастбищ и сенокосов, это 16 процентов всей площади кормовых угодий.

Значительный ущерб лесам Чечни наносит несанкционированные рубки, как местным населением, так и военными. Вырубка лесных массивов привела к изменению почвогрунтовых и остепнению растительного покрова. Антропогенное воздействие привело к формированию и широкому распространению резко-травно бурьянной растительности. Подгорные леса сильно истреблены человеком и к настоящему времени сохранились лишь на не высоких хребтах и в пониженных долинах реки Сунжи и ее притоков и представлены малопродуктивными ле-

сами. В прошлом здесь шире были распространены дубовые леса с примесью граба. Существующие лесные насаждения следует, прежде всего, оградить от дальнейших порубок, потрав скотом и пожаров. В итоге военных действий, рубок, выпаса скота в лесной зоне, сложилась негативная картина, требующая вмешательства, с целью устойчивого регулирования состояния и нормализации лесных ресурсов.

Оптимальная регуляция требует восстановления защитных функций леса. Руслозащитная роль насаждений всецело определяется их состоянием. С одной стороны, они должны пропускать через себя паводок, регулировать направление его сброса, не допуская подмывания и разрушения берегов, с другой стороны, прирусловые и русловые (островные) насаждения должны кольматировать твердый сток, подготавливая условия для формирования других, более производительных типов леса. В обоих случаях цель скорее достигается путем содержания насаждений и хорошем санитарном состоянии. Из мелиоративных мероприятий можно рекомендовать перегруппировку стоков, регулирование микростоков и борьбу с селями и оползнями. В типах верхней границы леса следует вести постоянные фенологические, климатические и гидрологические наблюдения; отмечать всякие изменения в жизни и состоянии насаждений, так как без этого невозможны целенаправленные мероприятия по усилению и продвижению верхней лесной, границы на безлесные пространства. Эти мероприятия рекомендуются для проведения в горно-лесных ландшафтах. Для улучшения горнозащитных свойств лесных насаждений необходимы следующие мероприятия: а) охрана и защита насаждений от самовольных порубок, потрав скотом, пожаров, болезней и вредителей; б) организованные прогоны скота, особенно по склонам с легко разрушающимися дерновыми и перегнойно-карбонатными почвами; в) формирование кустарникового яруса и регулярное омоложение его; г) организованное устройство волоков с последующей изоляцией их как путей концентрированного стока; д) регулирование и распыление микростока на склонах путем простейших жердевых и хворостяных препятствий, что одновременно способствует задержанию семян, их укоренению и прорастанию; е) организация стока по дорогам и тропам на склонах и по днищам балок.

На каменистых безлесных местах нужно применять посадки и посев в трещины скал, заполненные разрушениями, под камни и крупные глыбы на затененной стороне, создавая, таким образом, очаги; зарастания и обсеменения. На больших безлесных пространствах, где нельзя ожидать налета семян, но возможно семенное возобновление леса, целесообразно также создавать очаги обсеменения в благоприятных местах, высаживая группы сеянцев или саженцев. В зависимости от условий группы нужно создавать по одной на гектар или несколько гектаров. Отдельные молодые деревья и группы их, которые могут играть роль в обсеменении, необходимо защищать,

используя подручные средства, не только от потрав, но и от механических повреждений копытами.

Исходя из исключительно важного экологического значения лесов республики, задачами оптимизации лесных ландшафтов являются:

- увеличение покрытой лесной растительностью площади;
- повышение доли лесных насаждений ценных древесных пород;
- сокращение площади лесов, погибших от лесных пожаров, повреждения вредными организмами и от антропогенного воздействия (в том числе в результате военных действий), а также иных негативных факторов.
- интенсификация рубок ухода за лесом на основе современной нормативно-технической базы и повышение их качества;
- организация системы элитного семеноводства;
- внедрение лесопатологического мониторинга;
- максимальное использование естественного возобновления леса и создание условий для восстановления лесов хозяйственно ценными древесными породами;
- использование безвредных для флоры и фауны препаратов при защите леса от вредителей и болезней леса;
- обеспечение благоприятных условий рекреационного лесопользования без ущерба лесной среде;
- обеспечение надлежащей охраны и содержание особо охраняемых природных объектов и территорий, расположенных в пределах лесного фонда лесничеств;

При организации лесохозяйственной деятельности и санитарных рубок в горной зоне необходимо отказаться от практики их проведения в рамках лесничеств и перейти к планированию этих работ в разрезе водосборных бассейнов. На участках лесосек нужно исключить случаи выжигания древесных остатков. В зоне питания горных рек, где основное назначение лесных ландшафтов — климато-водорегулирующее, лесистость должна быть восстановлена до уровня 50–60%.

Восстановление оптимальной численности и структуры диких животных в лесах Чечни возможно только при формировании охраняемой сети живой природы. Поддержание жизнеспособности популяций таких видов требует формирования экологического каркаса как сети особо охраняемых природных территорий, в узлах которых необходимо предусмотреть крупные базовые резерваты (массивы разновозрастных и разнопородных древостоев), расположенные в малодоступных и обширных охраняемых местообитаниях. Небольшой базовый резерват не может обеспечить круглогодичное пропитание животным, которые физиологически опираются на обширные кормовые пространства. Поэтому лесные резерваты должны быть соединены коридорами, которые обеспечат возможность для безопасной сезонной миграции животных. Линейные элементы каркаса в условиях горной Чечни должны варьировать до нескольких километров в ширину и десятков километров в длину. Экологические коридоры будут способствовать объединению отдельных популяций

в мегапопуляцию, — условие, необходимое для восстановления и выживания большинства видов фауны на длительную перспективу.

Лесу свойственна более высокая влажность воздуха и верхних горизонтов почв. Глубинные слои почв под лесом обычно суше, чем под травянистыми сообществами. Движение воздуха в лесу. В глубине леса обычно практически полностью отсутствует ветер. Здесь имеют место в основном конвекционные перемещения воздуха. Если слои, прогретые в верхней части крон деревьев, как более легкие, поднимаются вверх, а их место занимает воздух, поступающий из-под полога. Ночью могут наблюдаться токи воздуха противоположного направления. Такие перемещения воздуха имеют существенное экологическое значение. Во-первых, семена многих подпологовых растений (кислица, орхидеи и др.) настолько малы, что захватываются и перемещаются конвекционными токами воздуха. Во-вторых, благодаря таким токам выравнивается концентрация углекислого газа. Обогащенный углекислотой воздух приземных слоев (результат разложения органических веществ в почве) поднимается в фотосинтезирующую верхнюю часть полога.

Температура почв в лесу — несравнимо более инертна. В лесах она практически во всех случаях остается более низкой, чем вне леса. Эти различия между лесом и полем максимальны в верхних слоях и постепенно убывают с глубиной. Весной из-за более позднего схода снега в лесу прогревание почв значительно запаздывает. Волна максимального прогревания смещается на июнь, и даже июль. В поле она проходит в мае.

Показателем, который одновременно отражает степень изменения метеорологических элементов среды (температуры, влажности воздуха, скорости ветра, наличия солнечной радиации), является испарение с постоянно увлажняемой поверхности, или испаряемость. Летом этот показатель мало различается в хвойных (вечнозеленых) и листопадных лесах. Как и другие метеорологические элементы, испаряемость закономерно увеличивается по мере движения от почвы к поверхности леса. По таким же закономерностям изменяется интенсивность физиологических процессов и средообразующая роль различных частей полога леса.

Растительный покров, и, прежде всего лес, являются одним из важнейших компонентов ландшафтов. Вырубка лесов, замена естественной растительности культурной, смена растительных ассоциаций сопровождаются значительными изменениями в ходе природных процессов, приводят к изменению облика ландшафтов, а иногда и к их значительной перестройке. В любом случае нарушение естественного покрова сопровождается формированием антропогенных модификаций природных территориальных комплексов. Так, на огромных пространствах лесной зоны умеренного пояса широко представлены леса вторичного типа. На вырубках, гарях и болотах леса первичного типа без вмешательства человека восстанавливаются крайне редко. Поэтому место хвойных и широко-

количественных лесов всё шире занимают осиновые, берёзовые и ольховые заросли.

Замена лесов и кустарников травянистыми ассоциациями и тем более пашней приводит к изменению соотношения тепла и влаги, гидрологических и геохимических условий, изменению почвенного покрова, фауны и т.д. Наиболее значительные ландшафтные изменения происходят при уничтожении естественной растительности

по периферии лесных зон, которое может привести к необратимым нарушениям природных процессов, к смене природных территориальных комплексов. Сведение лесов по окраинам лесных зон сопровождается наиболее значительными перестройками существовавших в прошлом ландшафтов. Поэтому леса в подобных экстремальных зонах подлежат особой охране, а их эксплуатация должна носить строго ограниченный характер.

Литература:

1. Байраков, И. А., Гакаев Р. А. Деградация почвенно-растительного покрова Чеченской Республики. В сборнике: Наука и устойчивое развитие общества. Наследие В. И. Вернадского Сборник материалов 2-й Международной заочной научно-практической конференции. 2007. с. 104–105.
2. Биткаева, Л. Х. Физическая география Чеченской Республики. Грозный, 2006. 158 с.
3. Вагапова, А. Б. Географические последствия антропогенного преобразования горных фитоценозов для геосистем Чеченской Республики. Автореферат диссертации кандидата географических наук: 25.00.23 / Высокотгорный геофизический институт. Нальчик, 2013
4. Вагапова, А. Б., Сатуева Л. Л., Гакаев Р. А., Убаева Р. Ш. Экологическая регуляция и оптимизация лесных ландшафтов Чечни Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции молодых ученых «Экологический интеллект — 2014». ДНУЗТ, г. Днепропетровск, Украина.
5. Воронков, Н. А. Основы общей экологии. Издательство Агар, Москва. 1997.
6. Гакаев, Р. А., Зухайраева К. Я. Некоторые меры по снижению вероятности возникновения оползней в Чеченской Республике. Вестник Чеченского государственного университета. 2015. № 1. с. 179–183.
7. Гакаев, Р. А., Зухайраева К. Я. Растительный покров высокогорных ландшафтов Чеченской Республики и его современное состояние. Молодой ученый. 2015. № 16. с. 112–117.
8. Гакаев, Р. А. Активизация проявления оползневых процессов в горно-лесных ландшафтах Чеченской Республики. В сборнике: Актуальные проблемы экологии и природопользования Сборник научных трудов. 2014. с. 234–237.
9. Гакаев, Р. А., Батукаев Н. С., Вагапова А. Б. К вопросу возникновения селей и динамики ландшафтов верховья реки Шаро-Аргун. В сборнике: Экологический интеллект — 2014. Материалы IX Международной научно-практической конференции молодых ученых. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта. 2014. с. 59–61.
10. Гакаев, Р. А., Байраков И. А., Багашева М. И. Экологические основы оптимальной структуры лесных ландшафтов Чеченской Республики. В сборнике: Экологические проблемы. Взгляд в будущее Сборник трудов III-й научно-практической конференции. Ответственный редактор Ю. А. Федоров. 2006. с. 50–52.
11. Гакаев, Р. А. Высокогорные ландшафты Чеченской Республики и закономерности их распространения. Молодой ученый. 2015. № 15. с. 327–331.
12. Константинов, В. М. Охрана природы. Москва, издательство Академия, 2003.
13. Косумов, Р. С. Антропогенная нагрузка на лесные ландшафты Чеченской Республики [Текст] / Р. С. Косумов, М. Д. Демельханов // Молодой ученый. — 2015. — № 24. — с. 285–288.
14. Локтионова, Е. Г., Бармин А. Н., Пучков М. Ю., Иолин М. М., Байраков И. А., Автаева Т. А., Мантаев Х. З., Гакаев Р. А. Экологическая токсикология: учебное пособие. — Назрань: Пилигрим, 2007. — 210 с.
15. Миркин, Б. М., Наумова Л. Г. Экология России. Москва. 1995.
16. Никоноров, А. М., Хоружая Т. А. Глобальная экология. Москва, 2003.
17. Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда и человек. Москва, 1998.
18. Рашидов, М. У., Гакаев Р. А. Проблемы оздоровления окружающей среды Чеченской Республики. В сборнике: Наука и устойчивое развитие общества. Наследие В. И. Вернадского Сборник материалов 2-й Международной заочной научно-практической конференции. 2007. с. 109–111.
19. Рашидов, М. У., Гакаев Р. А. К вопросу взаимоотношения общества и природы в Чеченской Республике. Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. 2007. Т. 2. № 3 (9). с. 146–149.
20. Рыжиков, В. В., Анисимов П. С., Самарский Г. Г., Газарянц С. К., Голубицкий А. А. Природа Чечено-Ингушской Республики, ее охрана и рациональное использование. Грозный: «Книга», 1991.
21. Сатуева, Л. Л., Алахвердиев Ф. Д., Убаева Р. Ш. Эколого-экономическая оценка лесных ресурсов Чеченской Республики. Перспективы науки. 2011. № 12 (27). с. 182–186.
22. Убаева, Р. Ш., Гакаев Р. А., Ирисханов И. В. Основы системной экологии. Назрань, 2015.

23. Устаев, А. Л. География Чеченской Республики. Природа, социальная сфера, экономика. Грозный, 2008.
24. Gakaev, R. A., Ubaeva R. A. Landslide hazard in the mountainous part of the Chechen Republic. *Перспективы науки*. 2012. № 6 (33). с. 199–201.
25. Gakaev, R. A. To the question of predisposition landslides in mountain landscapes of the Chechen Republic. В сборнике: *Научные работы, практика, разработки, инновации 2013 года Сборник научных докладов*. Sp. z o.o. «Diamond trading tour». Warszawa, 2013. с. 35–38.
26. Gakaev, R. A. Exogenous geological processes and phenomena in landscape basin of Argun river. В сборнике: *Наука вчера, сегодня, завтра Сборник научных докладов конференции, посвященной 100-летию переезда Университета Варшавского в Ростов-на-Дону. Университет Варшавский, факультет права. Diamond trading tour, Высшая экономическая школа в Белостоке. Союз поляков Дона*. Warszawa, 2015. с. 40–43.

ГЕОЛОГИЯ

Нефтеносность Сургутского нефтегазоносного района

Иламанов Ильдар Айдарович, магистрант
Башкирский государственный университет

В данной статье рассмотрена нефтеносность одного из самых богатых углеводородным сырьем Сургутского нефтегазоносного района Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Рассмотрены история тектонического развития продуктивных отложений, особенности нефтегазоносного района его строение и состав нефти.

Ключевые слова: нефтегазоносный район (НГР), свод, залежь, нефтегазоносный комплекс, коллектор, пласт.

На территории ХМАО, к которому административно приурочен Сургутский нефтегазоносный район, выделено 11 нефтегазоносных областей и 23 нефтегазоносных района, в пределах которых открыто 416 месторождений нефти и газа [2].

Сургутский нефтегазоносный район приурочен к одному своду и включает прилегающие к нему части прогибов, впадин. Западная часть свода представляет собой серию валов: на востоке выделяются две крупные приподнятые зоны — Когалымская и Федоровская вершины.



Рис. 1. Карта нефтегеологического районирования территории ХМАО

Генезис и развитие продуктивных отложений Сургутского НГР проходило в четыре цикла тектонического развития сопредельной территории: ранне-среднеюрский, келловей-оксфордский, кимеридж-барремский и апт-сенонманский. Пришли к такому выводу благодаря литолого-фациальному разрезу осадочного чехла территории Сургутского свода, по которой стало ясно, что плита испытывала неоднократные погружения, которые сопровождались трансгрессиями. Отложения, образовавшиеся в результате трансгрессии, характеризуются сменой снизу вверх мелководных фаций более глубоководными. Отложения морских трансгрессий часто начинаются базальными толщами.

У Сургутского НГР Среднеобской нефтегазоносной области можно выделить следующие особенности:

- большая мощность (до 2 км) базальтов Р-Т возраста, которые являются фундаментом;

- замещение на западе песчано-алевролитовых пород васюганского комплекса глинами абалакской свиты, что делает васюганский комплекс одним из самых нефтенасыщенных;

- наличие клиноформ в разрезе неокома [1].

Сургутский НГР — один из богатейших нефтегазоносных районов Западно-Сибирской провинции. Он отличается высокой разведанностью недр.

Открыто около 600 залежей УВ, разрабатываются 36 [2].

Мощность осадочного чехла 2900–3700 м, этаж нефтегазоносности от 500 до 1100 м, глубина залегания залежей от 1850 до 3100 м. Месторождения многопла-

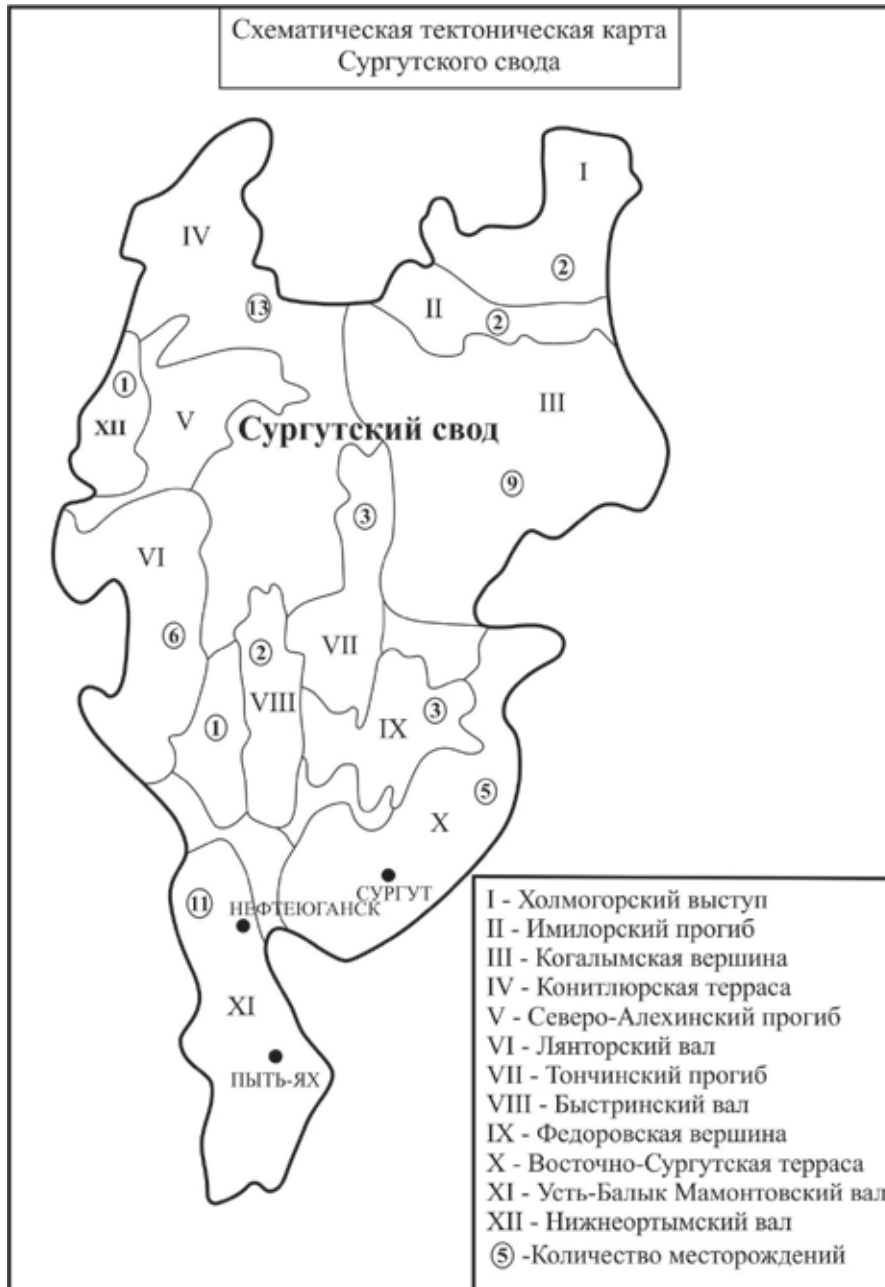


Рис. 2. Схематическая тектоническая карта Сургутского свода

Таблица 1. Сравнение главных продуктивных нефтяных комплексов Сургутского свода.

Продуктивный комплекс	Мощность, м	Класс коллектора	Тип залежи	Пласты
Неокомский покровный	300	от II до IV	Структурно-литологический	АС ₄ , АС ₇ , АС ₉ , АС ₁₀₋₁₁
Неокомский клиноформный	400	от III до V	Структурно-литологический	БС ₁ , БС ₄ , БС ₆₋₁₂ , БС ₁₆₋₁₇
Среднеюрский	200	от IV до V	Структурно-сводовый	Ю ₁₋₄ , БС ₁₉₋₂₂
Васюганский	от 50 до 100	от II до IV	Структурно-литологический	Ю ₁₋₂

стовые, залежи преимущественно нефтяные, реже газо-нефтяные.

Основные продуктивные нефтегазоносные комплексы:

- неокомский покровный (1900–2200 м), неокомский клиноформный (2200–2600 м), среднеюрский (2750–2950 м);

- открыты залежи нефти и в васюганском НГК, чему способствует хорошие фильтрационно-емкостные свойства и высокодебитные залежи нефти (от нескольких кубических метров в сутки до 148 м³/сут);.

В неокомском покровном комплексе выявлены многочисленные залежи, с мощностью комплекса 300–500 м.

В неокомском клиноформном комплексе залежи преимущественно структурно-литологического типа. Развита коллекторы от III до V класса. Мощность комплекса 300–400 м [2].

Среднеюрский нефтегазоносный комплекс регионально продуктивный, но в отличие от неокомских комплексов он сложен коллекторами преимущественно IV — V класса. Залежи структурно-сводового типа и приурочены они к пластам Ю₂₋₃, имеют сложное строение.

Васюганский нефтяной комплекс развит не повсеместно, в нем преобладают залежи структурно-литологического типа.

Нефти неокомского комплекса средней плотности, малосернистые, среднепарафинистые. Нефти среднеюрского комплекса средней и высокой плотности, среднесернистые. Нефти васюганского комплекса средней и высокой плотности, средне — и высокопарафинистые.

Залежи размещены повсеместно от конца триаса до мела, между Тюменской и Алымской свитами. Например, основными нефтесодержащими толщами для Имилорского месторождения являются Васюганская свита, Сортымская свита, Ачимовская толща.

Залежи нефти Сортымской свиты связаны с пластами горизонтов БС₁₀ и БС₁₁. Данная свита представлена залежами пластов горизонтов БС₁₀², БС₁₀³ и БС₁₁. Породы коллекторы представлены морскими терригенными отложениями с повышенным обломочным материалом. Глубина залегания продуктивных горизонтов составляет 2400–2500 м [1].

Ачимовская толща богата залежами пластов горизонтов БС₁₄₋₂₂. Пласты имеют в целом низкие фильтрационно-емкостные свойства и являются неоднородными по разрезу. Породы-коллекторы представлены песчаником аркозовым и алевролитом крупнозернистым. Открытая пористость составляет 14–17%, нефтенасыщенность — 60%, а проницаемость составляет 0,02 мкм². Притоки нефти до 70 т/сут. Пластовое давление составляет 24,3 МПа, а пластовая температура 73°С. Залежи ачимовской толщи являются пластовыми сводовыми с литологическими ограничениями [3].

Васюганская свита представлена пластами горизонтов Ю₁. Глубина залегания продуктивного горизонта составляет 2850–3050 м. Продуктивные пласты представлены аргиллитами с прослоями алевролитов и песчаников. Горизонт Ю₁ имеет обширное распространение на территории района с низкими фильтрационными свойствами; проницаемость, в среднем, составляет 0,01 мкм², пористость — 19%, а нефтенасыщенность — 51%. Пластовое давление — 25 МПа, а пластовая температура составляет 76°С. По характеру строения большинство залежей являются пластово-сводовыми с литологическими ограничениями [1].

Выводы:

1. Генезис и развитие продуктивных отложений Сургутского НГР проходило в четыре цикла тектонического развития сопредельной территории: ранне-среднеюрский, келловей-оксфордский, кимеридж-барремский и апт-сенноманский.
2. Основные продуктивные нефтегазоносные комплексы: неокомский покровный (1900–2200 м), неокомский клиноформный (2200–2600 м), среднеюрский (2750–2950 м);
3. Залежи размещены повсеместно от конца триаса до мела, между Тюменской и Алымской свитами. По характеру строения большинство залежей являются пластово-сводовыми с литологическими ограничениями.
4. Пласты представлены горизонтами БС₁₀, БС₁₁, Ю₁ [2].

Литература:

1. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук Шарифуллиной Елены Алексеевны на тему «Анализ освоения лицензионных участков в пределах среднеобской нефтегазоносной области в условиях современного механизма недропользования»
2. «Атлас геологии и нефтегазоносности ХМАО» НАЦ им.Шпильмана
3. Статьи официального сайта Сибирского НИИ геологии, геофизики и минерального сырья.

ЭКОЛОГИЯ

Альтернативные виды упаковки — путь к улучшению экологической ситуации

Васина Марина Владимировна, кандидат химических наук, доцент;
 Седельникова Мария Сергеевна, студент
 Омский государственный технический университет

Медведков Кирилл Станиславович, заместитель генерального директора по производству
 АО «Омская геологоразведочная экспедиция»

На сегодняшний день «мусорная проблема» превратилась в глобальную, злободневную, требующую незамедлительного решения из-за вредного влияния на окружающую среду. Её решение состоит в поиске новых, максимально дешёвых и при этом экологически безопасных способов утилизации и дальнейшей переработки мусора. Мусор с развитием промышленности, использующей новые технологии, стал более разнообразным по своему составу, более устойчивым к воздействию окружающей среды, более токсичным, следовательно, опасным. Мониторинг состава бытовых отходов показал, что доля суммарных пластиковых отходов в среднем составляет 21% (рис.1).

Производство одноразовых полиэтиленовых пакетов в нашей стране неуклонно растёт, пользуясь спросом из-за доступности. Оптимального способа утилизации полиэтиленовых пакетов и полиэтиленовых плёнок, который бы был экономически оправдан и не наносил никакого вреда природе, пока ещё не найдено. Замусоренность территории городов и их окраин использованными пакетами достигла критического уровня.

Основными компонентами полиэтиленовых пакетов являются органические природные ресурсы, нефть, уголь и газ, которые никогда не возобновляются. Для повышения некоторых характеристик полиэтилена, таких как электропроводность, стойкость к ультрафиолетовому излучению, в его состав добавляют определенные присадки (стабилизаторы). При сжигании композиционного полиэтилена зачастую выделяются вредные побочные продукты горения, такие, как диоксины, которые включаются в пищевые цепи живых организмов, разрушая их на клеточном уровне. Действие их на человеческий организм многообразно. Эти хлорорганические соединения подавляют иммунную систему, являются канцерогенами, приводят к раннему старению, вызывают генные изменения, подавляют репродуктивную функцию человека, действуют на психику.

Полигоны ТБО — слишком сложные сооружения, содержание которых обходится очень дорого. Тем более при разложении естественным путем полимеры отравляют почву, делая её непригодной для использования. Захоро-

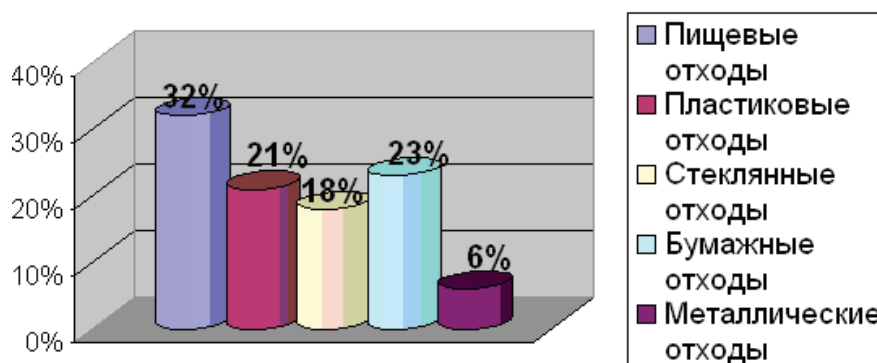


Рис. 1. Качественный состав бытовых отходов в среднестатистической омской семье

ненные на полигонах полиэтиленовые пакеты находятся там веками, образуя устойчивое загрязнение. Четыре триллиона пакетов в год используется в мире, столько же выбрасывается. Они убивают 1 млн. птиц; 100 тысяч морских млекопитающих и неисчислимые косяки рыб.

Опытным путем доказали, что полиэтилен устойчив к воздействию агрессивных сред. На одном из дачных участков 20.08.14 г. при уборке территории был найден мусор, среди которого находилась газета «Комсомольская правда» за 25 февраля 1983 года, случайным образом завернутая в полиэтиленовую пленку (рис. 2). Газета и пленка 31 год находились на открытом воздухе, были прикрыты пластиковыми бутылками, обломками кирпичей и другого рода мусором в результате воздействия окружающей среды практически не разложились. Плёнка сохранила свою целостность. На следующем этапе исследований найденную пленку подвергли воздействию различных кислот и щелочей (рис. 3), а также воздействию излучения СВЧ в микроволновой печи на максимальной мощности 1200 ватт. При воздействии серной, соляной кислотами и щёлочью NaOH при обычных условиях никаких видимых изменений не произошло.

Одним из решений «полиэтиленовой проблемы» являются биоразлагаемые пакеты, которые по потреби-

тельским свойствам не отличаются от обычных полиэтиленовых. Биоразлагаемые пакеты при попадании в природные условия в течение 3 лет распадаются на экологически безопасные составляющие: воду, углекислый газ и биомассу, не выделяя токсинов. На данный момент многие транснациональные компании, супермаркеты, магазины частично перешли на биоупаковки, популярность которых постоянно растет. Многие покупатели также выбирают биоразлагаемую упаковку.

Биоразлагаемые пакеты тоже неидеальны, но их использование, по крайней мере, для фасовки сыпучих и других продуктов является шагом на пути решения проблемы.

В ряде стран использование полиэтиленовых пакетов в качестве бытовой упаковки ограничено или запрещено. Для борьбы с загрязнением окружающей среды полиэтиленовыми пакетами применяются различные меры, и уже около 40 стран ввели запрет или ограничение на продажу и производство пластиковых пакетов. В настоящее время не найдено оптимального и безвредного способа утилизации полиэтилена. Сжигание и вторичная переработка использованных пакетов и плёнки экономически неоправданно уже на этапе сбора и транспортировки, а захоронение на полигонах поэтому необходимо миними-



Рис.2. Полиэтиленовая плёнка, пролежавшая на открытом воздухе с 25 февраля 1983 года по 20. 08.2014 года

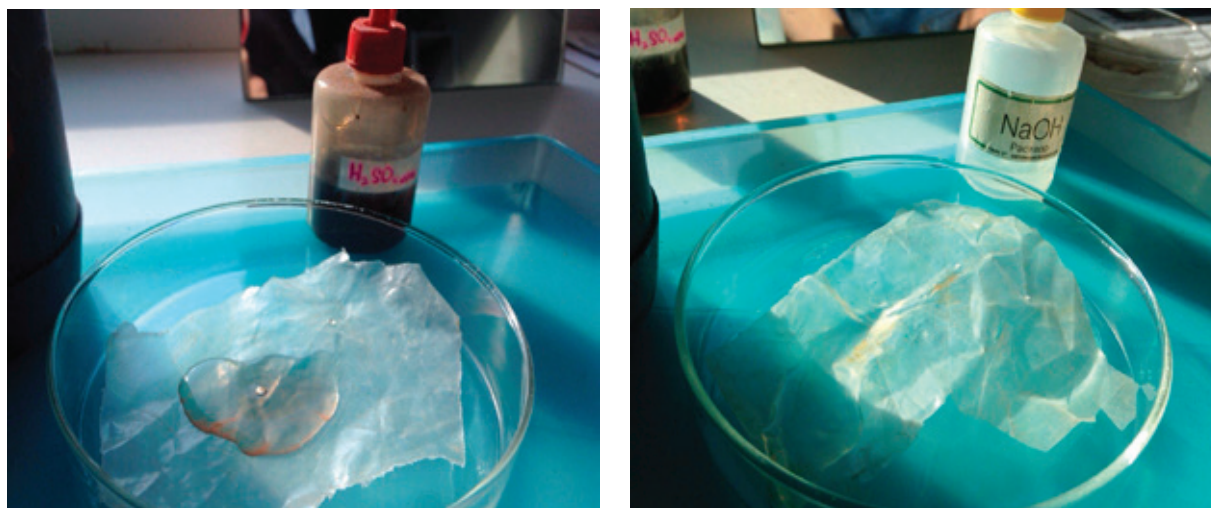


Рис. 3. Воздействие на полиэтиленовую плёнку кислотой и щёлочью

зировать его использование, заменив на данном этапе альтернативными, менее вредными биоразлагаемыми пакетами или многоразовыми текстильными сумками.

Натуральный биоразлагающий материал (гидрома- териал), изготавливается из возобновляемых ресурсов, таких как кукурузный крахмал и сахарный тростник [1]. Из крахмала и тростника, выделяют молочную кислоту, ее полимеризуют и превращают в полимерную смесь, которая образует экструзию. Далее готовую экструзию от- правляют на выдув пленки. Преимуществом такого ма- териала является то, что он разлагается за 30–70 дней, превращаясь в биомассу (компост). Биоразлагающийся материал с добавками (оксо-материал) — это обычный полимер, в состав которого были введены добавки-дегра- данты (d2w) в виде присадок. Добавки вызывают искус- ственное разложение материала наводу, углекислый газ и биомассу. Контролируя объем добавок, можно добиться разного срока разложения материала. Добавки исполь- зуют только с первичным сырьем, за счет этого, в любой

биоразлагаемый мешок или пакет можно фасовать пи- щевую продукцию.

Ученые продолжают разработки в области утилизации полиэтилена и уже создали специальный катализатор, помогающий пакетам быстрее разлагаться. Если добав- лять в сырье при производстве пакетов немного катализа- тора, то можно получить те же самые привычные для нас полиэтиленовые пакеты, утилизируемые с помощью не- сложной переработки. А уже через год они просто превра- тятся в CO_2 и воду.

Следует отметить заинтересованность населения в ре- шении проблемы. В магазинах Российской Федерации поя- вились в продаже биопакеты и экосумки отечественного про- изводства. На прилавках магазинов появились биопакеты для мусора, экосумки, многоразовые сумки, но почти нет биораз- лагаемых маленьких мешочков для пищевых продуктов, а их по статистике используется больше всего, именно они, как правило, разносятся ветром, нанося экологии непоправимый ущерб, становятся причиной гибели животных.

Литература:

1. Суворова А.И, Тюкова И. С., Труфанова Е. И. Биоразлагаемые полимерные материалы на основе крахмала// Успехи химии. — Т. 69. — Номер 5. — 2000. — с. 494–504.

Улучшение состояния загрязненных нефтепродуктами почвенных экосистем использованием фитомелиорантов

Косумов Рамзан Сулейманович, студент;
Демельханов Магомед Дзаявдыевич, студент
Чеченский государственный университет

Рекультивация земель и почв, которая частично про- водится, должна соответствовать экологическим тре- бованиям. Повышенный уровень и значительные пло-

щади загрязнения почв различными углеводородами, некоторыми тяжелыми металлами, наиболее характерны для г. Грозного и ареалов промышленной или использо-

вавшейся кустарной добычи и переработки нефти. На всей территории Чеченской Республики характерно значительное ухудшение состояния сельскохозяйственных угодий, снижение плодородия почв. Излишне большое, сверх нормативов, количество выпасаемого скота, бессистемное, нерациональное использование пастбищ затеречных полупустынных ландшафтов, привели к утрате растительного покрова на больших площадях, к опустыниванию, к выдуванию маломощных почв ветрами. Более 350 тыс. гектаров полупустынных ландшафтов подвержены ветровой эрозии. В результате, в 1992 году терские пески были объявлены зоной экологического бедствия. Лишь в последние годы, в результате прекращения хозяйственной деятельности, выпаса излишне большого количества овец, здесь появились сенокосы, начался процесс самовосстановления природы. В результате нарушается структура почв, уменьшается количество органических и минеральных веществ, утрачивается плодородие земель, развивается эрозия.

Проблема рекультивации земель, загрязненных нефтепродуктами чаще всего затруднена чрезвычайно высоким уровнем их загрязнения, препятствующим деятельности углеродоокисляющих бактерий и естественному самоочищению. В связи с этим в каждой конкретной ситуации, в зависимости от масштаба и характера распределения загрязнения, вырабатывается оптимальная технология рекультивации горных пород и заключенных в них подземных вод. Лимитирующим климатическим фактором является влагообеспеченность. Территория располагается в засушливых условиях, коэффициент увлажнения составляет 0,45 и количество осадков не превышает 300–400 мм в год.

В биогеохимическом воздействии нефти на почвы участвует множество углеводородных и неуглеводородных компонентов, в том числе минеральные соли и микроэлементы. Токсичные действия одних компонентов могут быть нейтрализованы присутствием других, поэтому токсичность нефти не определяется токсичностью отдельных соединений, входящих в ее состав. Необходимо оценивать последствия влияния комплекса соединений в целом. При нефтяном загрязнении тесно взаимодействуют три группы экологических факторов: сложность, уникальная поликомпонентность состава нефти, находящегося в процессе постоянного изменения; сложность, гетерогенность состава и структуры любой экосистемы, находящейся в процессе постоянного развития и изменения; многообразие и изменчивость внешних факторов, под воздействием которых находится экосистема: температура, давление, влажность, состояние атмосферы, гидросферы и т.д.

При фитомелиорации происходит прежде всего: рост корней приводит к рыхлению почвы, благодаря чему увеличивается доступ кислорода в более глубокие слои загрязненной почвы; бобовые растения обогащают загрязненную почву азотом, что стимулирует углеводородокисляющую микрофлору и самоочищение почвы

от углеводородов нефти; растения способны самостоятельно метаболизировать углеводороды нефти. Воздействие нефти на растения начинается сразу после посева семян в грунт. Наблюдается прямая зависимость между степенью загрязнения и всхожестью семян овсяницы луговой и костра безостого. Например, всхожесть семян овсяницы луговой при слабой степени загрязнения составляет 42,5%, при средней — 9,8% и при сильной — 3,7%. В большей степени влияние нефти сказывается на росте растений, а не их развитии. На протяжении трех лет жизни растений не выявлены и какие-либо морфологические аномалии. Из внешних проявлений воздействия нефти необходимо отметить побурение и засыхание листьев, особенно у молодых растений.

Посев многолетних травянистых растений непосредственно в грунт, загрязненный нефтью, без внесения органических удобрений непригоден при проведении рекультивационных мероприятий. В этом случае растения к концу первого и началу второго года жизни почти полностью выпадают или формируют очень незначительную фитомассу, не обеспечивающую выполнение культурным фитоценозом фитомелиоративных функций. Внесение в нефтезагрязненный грунт одних минеральных удобрений дает кратковременный и в целом незначительный положительный эффект и не может рекомендоваться в качестве способа мелиорации.

Для формирования культурных фитоценозов на дренированных участках нефтезагрязненных земель наиболее перспективны следующие злаки (перечисление дается по степени уменьшения нефтетолерантности): ежа сборная, полевица белая, тимофеевка луговая, овсяница луговая, овсяница красная, костер безостый, костер прямой, бекмания восточная, волоснец сибирский, а также бобовые: люпин многолетний, лядвенец рогатый, клевер шведский, клевер луговой, клевер ползучий. Из дикорастущих видов местной флоры, самопроизвольно поселяющихся на нефтезагрязненных землях, для целей рекультивации могут быть рекомендованы пырей ползучий, вейник наземный и канареечник тростниковидный.

Биологическая рекультивация нарушенных земель под пашню включает двукратное снегозадержание путем устройства валиков через 8–10 м в течение двух лет; ежегодное весеннее боронование в два следа; внесение органических и минеральных удобрений; вспашку на глубину 20–22 см с одновременным боронованием; сплошную культивацию и предпосевное боронование в два следа; прикатывание почвы до и после посева, посев трав в первый год; прикатывание сидератов на пашне на второй год освоения и дискование их на глубину до 30 см с одновременным боронованием осенью второго года. После завершения мелиоративного периода рекультивированные участки пашни можно использовать в системе необходимого севооборота. Мелиоративный срок восстановления нарушенных земель под пастбища составляет 3 года. В первый год разовое внесение органических удобрений под основную вспашку составляет 30 т/га.

Сравнение урожайности растений свидетельствует о том, что на грунтах, загрязненных нефтью в средней и, особенно, слабой степени, при совместном внесении торфа или навоза с минеральными удобрениями возможно создание культурных фитоценозов, незначительно уступающих по продуктивности сельскохозяйственным угодьям. Культурные фитоценозы, формирующиеся на грунтах, загрязненных нефтью в сильной степени, даже при соблюдении указанных агротехнических приемов, обладают очень низкой продуктивностью, при которой их фитомелиоративная роль для целей рекультивации неудовлетворительна.

При проведении комплекса фитомелиораций по реабилитации территорий необходимо: во-первых, подбирать наиболее толерантные к конкретному загрязнителю виды декоративных растений, способных достаточно хорошо произрастать в экстремальных условиях атмосферного и почвенного загрязнения; во-вторых, при выращивании подобранных культур важно, чтобы они очищали почву от загрязняющих веществ, выполняя функции фитомелиорантов.

Высевают фитомелиоранты после нанесения почвенного слоя и проведения комплекса агротехнических работ в основном в два этапа. На первом этапе высаживают растения-фитомелиоранты, способные выносить из почвы загрязняющие вещества. На втором этапе высевают дернообразующие травы. Травосмесь желательно составлять из двух, трех и более компонентов с таким расчетом, чтобы обеспечить хорошее задернение рекультивируемой территории.

Травы, используемые для рекультивации, должны быть апробированных сортов и местных популяций. Высаживаемые растения должны быстро акклиматизироваться, обладать устойчивостью к неблагоприятным условиям микроклимата и отрицательным физическим и химическим свойствам грунта, иметь сильно развитую корневую систему, обладать способностью к симбиозу с микроорганизмами.

Озеленение подобных территорий не завершается посадкой растений, а представляет собой длительный и трудоемкий процесс, требующий регулярного ухода за растительностью. Рекультивацию можно считать завершённой после создания густого и устойчивого травостоя, при этом концентрация остаточных нефтепродуктов со значениями коэффициента окисления нефти более 90% не должна превышать в среднем по участку 8,0% в органогенных и 1,5% в минеральных и смешанных грунтах.

В связи с интенсивной нефтедобычей в Республике, в течении XX века, наблюдается локальное загрязнение нефтепродуктами в результате переливов из скважин, а также отчуждении земель под отстойники нефтяных вод и испарителя, где накапливаются соли с набором микрокомпонентов, в том числе токсичных. Общая площадь отчужденных земель составляет порядка тысячи га. Нефть, разлитая на поверхность суши или воды, трансформируется, происходит испарение, поглощение и фильтрация части компонентов нефти на поверхности почвы или воды. В результате образуются новые химические вещества, ис-

чезают или меняют свою структуру те, которые составляли раньше смесь, называемую нефтью.

Зафиксировано ежегодное убывание содержания гумуса. Ежегодно терялось более 0,7% гумуса пахотного слоя. Потери со всей площади пашни республики составляли порядка 220 тыс. т. Часть гумуса терялась за счет дегумификации почв, то есть отрицательного баланса расхода гумуса и его восполнения, часть — за счет водной и ветровой эрозии.

Для удобства разработки мероприятий по рекультивации земель, загрязненных нефтью, проведена классификация земель по степени их загрязненности нефтью и продуктами ее переработки. К сильнозагрязненным землям отнесены земли, содержание нефти в почвенном профиле которых превышает 20 кг/кв. м, слабозагрязненные почвы — менее 8 кг/кв. м, среднезагрязненные земли занимают промежуточное положение между слабо- и сильнозагрязненными землями, то есть содержат нефть в количестве от 8 до 20 кг/кв. м.

В биогеохимическом воздействии нефти на почвы участвует множество углеродородных и неуглеродородных компонентов, в том числе минеральные соли и микроэлементы. Токсичные действия одних компонентов могут быть нейтрализованы присутствием других, поэтому токсичность нефти не определяется токсичностью отдельных соединений, входящих в ее состав. Необходимо оценивать последствия влияния комплекса соединений в целом. При нефтяном загрязнении тесно взаимодействуют три группы экологических факторов: сложность, уникальная поликомпонентность состава нефти, находящегося в процессе постоянного изменения; сложность, гетерогенность состава и структуры любой экосистемы, находящейся в процессе постоянного развития и изменения; многообразие и изменчивость внешних факторов, под воздействием которых находится экосистема: температура, давление, влажность, состояние атмосферы, гидросферы и т.д.

Проблема рекультивации земель, загрязненных нефтепродуктами чаще всего затруднена чрезвычайно высоким уровнем их загрязнения, препятствующим деятельности углеродоокисляющих бактерий и естественному самоочищению. В связи с этим в каждой конкретной ситуации, в зависимости от масштаба и характера распределения загрязнения, вырабатывается оптимальная технология рекультивации горных пород и заключенных в них подземных вод. Лимитирующим климатическим фактором является влагообеспеченность. Территория располагается в засушливых условиях, коэффициент увлажнения составляет 0,45 и количество осадков не превышает 300—400 мм в год. Летом преобладают ветра восточного и западного направления, иссушающие воздух и почвы.

Восстановление загрязненных нефтью земель — многоэтапный процесс, каждая стадия которого соответствует определенной последовательности естественной геохимической и биологической деструкции поступивших в почвы нефтяных углеводородов. Использование фитомелиоративного эффекта является перспективным направлением улучшения физического состояния почв.

Наиболее быстро восстанавливаются такие физические свойства почв, как плотность, пористость, структурный состав. Более длительное фитомелиоративное воздействие требуется для восстановления водопрочности агрегатов. Эффективность фитомелиоративного улучшения почв связана с биологической продукцией растений, которая в свою очередь отражает климат.

При фитомелиорации происходит прежде всего: рост корней приводит к рыхлению почвы, благодаря чему увеличивается доступ кислорода в более глубокие слои загрязненной почвы; бобовые растения обогащают загрязненную почву азотом, что стимулирует углеводородокисляющую микрофлору и самоочищение почвы от углеводородов нефти; растения способны самостоятельно метаболизировать углеводороды нефти. Воздействие нефти на растения начинается сразу после посева семян в грунт. Наблюдается прямая зависимость между степенью загрязнения и всхожестью семян овсяницы луговой и костра безостого. Например, всхожесть семян овсяницы луговой при слабой степени загрязнения составляет 42,5%, при средней — 9,8% и при сильной — 3,7%. В большей степени влияние нефти сказывается на росте растений, а не их развитии. На протяжении трех лет жизни растений не выявлены и какие-либо морфологические аномалии. Из внешних проявлений воздействия нефти необходимо отметить побурение и засыхание листьев, особенно у молодых растений.

Посев многолетних травянистых растений непосредственно в грунт, загрязненный нефтью, без внесения органических удобрений непригоден при проведении рекультивационных мероприятий. В этом случае растения к концу первого и началу второго года жизни почти полностью выпадают или формируют очень незначительную фитомассу, не обеспечивающую выполнение культурным фитоценозом фитомелиоративных функций. Внесение в нефтезагрязненный грунт одних минеральных удобрений дает кратковременный и в целом незначительный положительный эффект и не может рекомендоваться в качестве способа мелиорации.

Лучшим агротехническим приемом при выращивании многолетних трав на нефтезагрязненных землях следует считать применение навоза с внесением минеральных удобрений; Оптимальными сроками высева многолетних трав на нефтезагрязненных землях при слабой степени загрязнения следует считать 1 мес, при средней — 1 год.

Для формирования культурных фитоценозов на дренированных участках нефтезагрязненных земель наиболее перспективны следующие злаки (перечисление дается по степени уменьшения нефтотолерантности): ежа сборная, полевица белая, тимофеевка луговая, овсяница луговая, овсяница красная, костер безостый, костер прямой, бекмания восточная, волоснец сибирский, а также бобовые:

люпин многолетний, лядвенец рогатый, клевер шведский, клевер луговой, клевер ползучий. Из дикорастущих видов местной флоры, самопроизвольно поселяющихся на нефтезагрязненных землях, для целей рекультивации могут быть рекомендованы пырей ползучий, вейник наземный и канареечник тростниковидный.

Биологическая рекультивация нарушенных земель под пашню включает двукратное снегозадержание путем устройства валиков через 8–10 м в течение двух лет; ежегодное весеннее боронование в два следа; внесение органических и минеральных удобрений; вспашку на глубину 20–22 см с одновременным боронованием; сплошную культивацию и предпосевное боронование в два следа; прикатывание почвы до и после посева, посев трав в первый год; прикатывание сидератов на пашне на второй год освоения и дискование их на глубину до 30 см с одновременным боронованием осенью второго года. После завершения мелиоративного периода рекультивированные участки пашни можно использовать в системе необходимого севооборота. Мелиоративный срок восстановления нарушенных земель под пастбища составляет 3 года. В первый год разовое внесение органических удобрений под основную вспашку составляет 30 т/га.

Сравнение урожайности растений свидетельствует о том, что на грунтах, загрязненных нефтью в средней и, особенно, слабой степени, при совместном внесении торфа или навоза с минеральными удобрениями возможно создание культурных фитоценозов, незначительно уступающих по продуктивности сельскохозяйственным угодьям. Культурные фитоценозы, формирующиеся на грунтах, загрязненных нефтью в сильной степени, даже при соблюдении указанных агротехнических приемов, обладают очень низкой продуктивностью, при которой их фитомелиоративная роль для целей рекультивации неудовлетворительна.

При проведении комплекса фитомелиораций по реабилитации территорий необходимо: во-первых, подбирать наиболее толерантные к конкретному загрязнителю виды декоративных растений, способных достаточно хорошо произрастать в экстремальных условиях атмосферного и почвенного загрязнения; во-вторых, при выращивании подобранных культур важно, чтобы они очищали почву от загрязняющих веществ, выполняя функции фитомелиорантов.

Деятельность человека привела к значительному изменению в Чеченской Республике растительного и животного мира. Произошло резкое сокращение ареалов произрастания многих ценных видов растений. Некоторые из них оказались на грани полного исчезновения, например: облепиха, ромашка, валериана, алтей, бессмертник, белладонна кавказская.

Литература:

1. Арчегова, И. Б., Панюков А. Н. Устойчивость многолетних агроценозов. Земледелие. 2007. № 3. с. 11.

2. Арчегова, И. Б., Хабибуллина Ф. М., Шубаков А. А. Оптимизация очистки почвы и водных объектов от нефти с помощью биосорбентов. Сибирский экологический журнал. 2012. Т. 19. № 6. с. 769–776.
3. Байраков, И. А., Идрисова Р. А., Чатаева М. Ж., Багашева М. И., Гакаев Р. А. Мероприятия по оптимизации экологического состояния природных ландшафтов Чеченской Республики. В сборнике: Глобальный научный потенциал. Сборник материалов 4-й Международной научно-практической конференции. 2008.
4. Байраков, И. А., Гакаев Р. А. Деградация почвенного покрова в Чеченской республике. В сборнике: Проблемы экологии в современном мире. Материалы VI международной internet-конференции. 2009.
5. Гаджиев, Н. Г., Гакаев Р. А. Внедрение культурных фитоценозов с целью улучшения состояния нарушенных почв (на примере Чеченской Республики). В сборнике: Актуальные проблемы экологии и природопользования Сборник научных трудов. 2014. с. 227–230.
6. Гаджиев, Н. Г., Гакаев Р. А. Почвенные экосистемы под влиянием техногенного воздействия и некоторые вопросы по их улучшению (на примере Чеченской Республики). В сборнике: Актуальные проблемы экологии и природопользования. Часть 1. 2012. с. 310–317
7. Газиев, А. А., Гакаев Р. А., Ахмиева Р. Б. Нарушенные почвы Чеченской Республики и их современное состояние. В сборнике: Экологический интеллект — 2011. Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых ученых. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта. 2011. с. 74–75.
8. Гакаев, Р. А. Нефтезагрязненные почвы Чеченской Республики: их современное состояние и перспективы оптимизации. В сборнике: Человек и окружающая среда: друзья или враги? Материалы Международной научной конференции. 2011. с. 7–9.
9. Гакаев, Р. А., Гаджиев Н. Г. Восстановление севооборота на нефтезагрязненных землях Чеченской Республики. В сборнике: Экологический интеллект — 2013 Материалы VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта. 2013. с. 101–103.
10. Гакаев, Р. А. Восстановление продуктивности земель подверженных негативному воздействию нефтекомплекса Чеченской Республики посадкой многолетних насаждений. В сборнике: Международная научная конференция, посвященная 500-летию армянского книгопечатания и 65-летию основания СНО ЕГУ Материалы Международной научной конференции, посвященной 500-летию армянского книгопечатания и 65-летию основания СНО ЕГУ. 2013. с. 89–92.
11. Гакаев, Р. А., Убаева Р. Ш., Чатаева М. Ж., Вагапова А. Б. Фитомелиоративный подход рекультивации нефтезагрязненных земель Чеченской Республики. Наука и бизнес: пути развития. 2012. № 8 (14). с. 009–013.
12. Гакаев, Р. А. Мелиоративные мероприятия по охране и улучшению почв на примере Урус — Мартановского района. В сборнике: Круговорот элементов в экосистемах и почвах. Материалы XV Всероссийской школы Экология и почвы. ИФХ и БПП РАН. Г. Пушкино. 2007.
13. Гакаев, Р. А. Высотная поясность и почвообразовательные процессы в условиях горной части Чеченской Республики. В сборнике: Роль абиотических факторов в почвообразовании. Материалы XVI Всероссийской школы Экология и почвы. ИФХ и БПП РАН. Г. Пушкино. 2009. с. 20–21.
14. Гакаев, Р. А., Багашева М. И. Условия почвообразования в Чеченской Республике. В сборнике: Экологические проблемы. Взгляд в будущее. Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону. 2010. с. 67–69.
15. Гакаев, Р. А., Ахмиева Р. Б. Нефть и продукты ее переработки в почвах Чеченской Республики и их восстановление. В сборнике: Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых. Материалы VIII Международной научной школы молодых ученых и специалистов. 2011. с. 290–294.
16. Гакаев, Р. А. Физико химические методы восстановления почв в местах интенсивного воздействия нефтекомплекса Чеченской Республики. В сборнике: Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых. Материалы IX Международной научной школы молодых ученых и специалистов. 2012. с. 468–471.
17. Гакаев, Р. А. Воздействие нефтегазового комплекса на подземные воды Чеченской Республики и некоторые вопросы их оптимизации. В сборнике: Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых. Материалы X Международной научной школы молодых ученых и специалистов. 2013. с. 413–416.
18. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Чеченской Республики в 2010 году. Комитет экологии при Правительстве Чеченской Республики, Грозный 2011.
19. Жлудко, В. В., Сердюк Н. И. Мероприятия по минимизации воздействия загрязненных почв на подземные воды в г. Грозный Чеченской Республики. Доклады Всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы экологии». www.eco-oos.ru
20. Колесникова, Н. М. Разработка основ рекультивации сельскохозяйственных угодий, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Свердловск. 1990.

21. Мантаев, Х. З., Гакаев Р. А. Влияние антропогенеза на почвообразовательные процессы г. Грозного. Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. 2008. Т. 2. № 2. с. 186–193.
22. Оборин, А. А. Биологическая рекультивация в условиях таежной зоны. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем: М.: Наука, 1988.
23. Пиковский, Ю. И. Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем: Сб. науч. тр. М.: Наука, 1988.
24. Рашидов, М. У., Гакаев Р. А. К вопросу взаимоотношения общества и природы в Чеченской Республике. Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. 2007. Т. 2. № 3 (9). с. 146–149.
25. Рашидов, М. У., Гакаев Р. А. Проблемы оздоровления окружающей среды Чеченской Республики. В сборнике: Наука и устойчивое развитие общества. Наследие В. И. Вернадского Сборник материалов 2-й Международной заочной научно-практической конференции. 2007. с. 109–111.
26. Сааева, Х. А. Комплексное воздействие растительности на улучшении почв загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Молодой ученый. 2015. № 20. с. 159–163.
27. Скрябин, Г. К. Использование микроорганизмов в органическом синтезе М.: Наука, 1976
28. Убаева, Р. Ш., Гакаев Р. А., Ирисханов И. В. Основы системной экологии. Назрань, 2015.
29. Убаева, Р. Ш., Гакаев Р. А., Гайрабеков Х. Т., Ахмиева Р. Б. Природные условия реабилитации нефтезагрязненных почвенных экосистем Чеченской Республики. Глобальный научный потенциал. 2012. № 19. с. 85–88.
30. Устаев, А. Л. География Чеченской Республики. природа, социальная сфера, экономика. Учебник для 8–9 классов общеобразовательных учебных заведений / А. Л. Устаев. Грозный, 2008.
31. Шилова, И. И. Биологическая рекультивация нефтезагрязненных земель в условиях таежной зоны. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем: Сб. науч. тр. / М.: — Наука, 1988.

Состояния береговых и русловых участков реки Тюкалка в Омской области

Медведков Кирилл Станиславович, заместитель генерального директора по производству
АО «Омская геологоразведочная экспедиция»

Васина Марина Владимировна, кандидат химических наук, доцент;
Седельникова Мария Сергеевна, студент
Омский государственный технический университет

Общепринятого определения «малые водные объекты» в настоящее время еще не существует. Вместе с тем, именно эта категория водных объектов, включающая небольшие водотоки и водоемы, представляет собой один из основных компонентов окружающей среды, от состояния которого во многом зависит комфортность условий проживания подавляющей части населения Российской Федерации. Так называемые «малые реки» (водотоки протяженностью не более 100 км) густой сетью покрывают большую часть территории нашей страны — в настоящее время их насчитывается свыше 2,5 миллионов. Эти реки на протяжении веков играли важнейшую роль в жизни людей. Бурное развитие промышленности, рост городов потребовали новых, крупных источников энергии и воды. Создавались мощные централизованные системы водоснабжения, на больших реках возводились крупномасштабные гидротехнические сооружения. Малым рекам придавалось все меньшее значение, в результате чего контроль их экологического состояния практически прекратился на целые десятилетия [1].

Для оценки и прогноза возможных неблагоприятных последствий воздействия вод и принятия своевременных мер по их предупреждению, а также влияния хозяй-

ственной деятельности на морфологический облик русла и поймы для предотвращения необратимых негативных трансформаций было исследовано состояния береговых и русловых участков, в том числе в пределах водоохранной зоны реки и прибрежных защитных полос реки Тюкалка в Омской области.

В административном отношении река Тюкалка входит в состав Тюкалинского муниципального района Омской области. Участок реки Тюкалка (от оз. Разлив до оз. Кошара) расположен в лесостепной зоне. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 99,5 (оз. Кошара) до 113,4 м (г. Тюкалинск). В рамках исследования экологического состояния реки было заложено 12 поперечных створов на реке Тюкалка, длиной от 35,09 до 112,8 м, расстояние между створами от 500 до 5840 м. Отобрано по 11 проб донных отложений и 11 проб поверхностных вод.

Основными факторами, влияющими на формирование химического состава поверхностных вод данных водоемов, являются климат, геологическое строение района и растительный покров.

В период весеннего половодья, при наибольших расходах воды в реке, минерализация наиболее низкая (1,256 г/дм³), а в межень самая высокая. В то же время в поло-

Таблица 1. Лабораторный анализ воды реки Тюкалка

Показатели		Мин. показатели (ПДК [2,3]) / № створа	Макс. показатели (ПДК [2,3]) / № створа
Запах при 20° (балл)		1 (0,5ПДК) / створ — 2,9	3 (1,5ПДК) / створ — 1
Вкус (балл)		1 (0,5ПДК) / створ — 2,9	3 (1,5ПДК) / створ — 1
Цветность (град.)		30	30
Прозрачность (см)		<30	<30
Мутность (мг/дм ³)		2 (1,3ПДК) / створ — 9	21,9 (14,6ПДК) / створ — 11
Водородный показатель (рН)		7,3 (0,8ПДК) / створ — 8	8,2 (0,9ПДК) / створ — 6
Жесткость (ммоль/л)	Общая	9,9 / створ — 10,11	11,8 / створ — 1
	Карбонатная	7,1 / створ — 6	10,8 / створ — 1
	Некарбонатная	0,9 / створ — 4	3,5 / створ — 6
Окисляемость перманганатная (O ₂) (мг/дм ³)		13,2 / створ — 6,7	17,3 / створ — 1
Общая минерализация (М) (мг/дм ³)		1464,3 / створ — 7	1859 / створ — 4
Общая минерализация (М) без 1/2 HCO ₃ (мг/дм ³)		1226,4 / створ — 7	1534,6 / створ — 4
Сухой остаток при 150°С (мг/дм ³)		1284 (1,2ПДК) / створ — 7	1582 (1,58ПДК) / створ — 4
Аммоний-ион (NH ₄ ⁺) (мг/дм ³)		<0,05 / створ — 6	0,46 (ПДК 0,2) / створ — 7
Натрий+Калий (Na ⁺ +K ⁺) (мг/дм ³)		261,5 / створ — 7	369,2 / створ — 4
Кальций (Ca ²⁺) (мг/дм ³)		76,2 / створ — 11	84,2 / створ — 4
Магний (Mg ²⁺) (мг/дм ³)		71,7 / створ — 10	93,6 / створ — 1
Железо (Fe, суммарно) (мг/дм ³)		0,66 (2,2ПДК) / створ — 3	1,15 (3,8ПДК) / створ — 8
Хлорид-ион (Cl) (мг/дм ³)		351 (1,0ПДК) / створ — 11	397 (1,1ПДК) / створ — 5
Сульфат-ион (SO ₄ ²⁻) (мг/дм ³)		196,8 (0,4ПДК) / створ — 3	292,8 (0,6ПДК) / створ — 6
Гидрокарбонат-ион (HCO ₃) (мг/дм ³)		433,1 / створ — 6	652,7 / створ — 1
Карбонат-ион (CO ₃) (мг/дм ³)		<6,1	<6,1
Нитриты (NO ₂ ⁻) (мг/дм ³)		0,03 (0ПДК) / створ — 6	0,54 (0,2ПДК) / створ 3,7,10
Нитраты (NO ₃ ⁻) (мг/дм ³)		1,36 (0ПДК) / створ — 2,5,6,9	2,46 (0,1ПДК) / створ — 1

воде значительно увеличивается количество взвешенных веществ, а в межень оно уменьшилось. Химический состав воды реки Тюкалка представлен в таблице 1.

Среди анионов в составе воды реки Тюкалка преобладают гидрокарбонаты 652,7 мг/л, хлориды 397 мг/л, и сульфаты 292,8 мг/л. По химическому составу вода хлоридно-гидрокарбонатная. Вода так же имеет ярко выраженный содовый характер, среди катионов преобладает сумма Na+K 369,2 мг/л, содержание кальция и магния немного меньше и составляет 84,2 мг/л и 93,6 мг/л соответственно. По общей жесткости вода реки Тюкалка относится к классу умеренно жестких (11,8 мг-экв/л).

Концентрация элементов в реке Тюкалка находится в пределах нормы, то есть не превышает ПДК, кроме об-

щего железа, максимальное значение превышения его концентрации ПДК в 11,5 раз (согласно ПДК_{рыб-хоз}) и в 3,8 раза (согласно ПДК_{культ-быт}). NO₂ превышают в 6,75 раза (согласно ПДК_{рыб-хоз}), Cl превышает в 1,28 раза (согласно ПДК_{рыб-хоз}) и в 1,1 раза (согласно ПДК_{культ-быт}). А так же сульфаты SO₄ превышают максимально в 2,98 раза (согласно ПДК_{рыб-хоз}). Во всех пробах воды показатели мутности, сухого остатка, железа и хлорид-ионов превышают ПДК (ГН 2.1.5.1315–03).

Донные отложения представляют собой сложную многокомпонентную систему и играют чрезвычайно важную роль в формировании гидрохимического режима водных масс и функционировании экосистем водоемов и водотоков. Анализ проб донных отложений представлен в таблице 2.

Таблица 2. Лабораторный анализ донных отложений реки Тюкалка

	Мин. показатели	Макс. показатели
РН	6,3 (7 створ)	7,6 (1 створ)
Мышьяк	7,8 мг/кг (1 створ)	9,7 мг/кг (11 створ)
Нефтепродукты	10,6 мг/кг (10 створ)	213,2 мг/кг (2 створ)
Свинец	<30 мг/кг (1, 5–9, 11 ст.)	65,2 мг/кг (2 створ)
Кадмий	<1 мг/кг	<1 мг/кг
Ртуть	<0,0015 мг/кг	<0,0015 мг/кг
Цинк	83,8 мг/кг (8 створ)	127,9 мг/кг (2 створ)
Никель	47,7 мг/кг (10 створ)	56,3 мг/кг (8 створ)

Оксид железа	4,06 мг/кг (2 створ)	5,38 мг/кг (6 створ)
Оксид марганца	578 мг/кг (8 створ)	1342,9 мг/кг (6 створ)
Хром	81,5 мг/кг (2 створ)	115,5 мг/кг (6 створ)

Превышение показателей элементов в донных отложениях и увеличение ПДК воды вероятней всего связано с расположением в водоохраной зоне населенных пунктов, автомобильных дорог и прочей хозяйственной деятельностью человека (попадание в водоток органических и минеральных загрязнений).

По данным Государственного водного реестра России река Тюкалка относится к Иртышскому бассейновому округу.

На реке Тюкалка расположено 20 мостовых переходов и 1 водопропускное сооружение. Все инженерные сооружения на реке Тюкалка относятся к активным сооружениям I категории. В результате антропогенного воздействия течение в реке практически полностью отсутствует,

поверхность покрыта тиной, берега заросли камышом и осокой. На большинстве створов скорость течения не превышает 0,06 м/с.

Участки реки, проходящие по территории населенных пунктов (г. Тюкалинск, д. Вторая пятилетка, д. Чащино и д. Лаптево) часто используются как водопой для крупного рогатого скота, для полива и прочей хозяйственной деятельности. По результатам рекогносцировочного обследования скопление мусора и очаги загрязнения выявлены в основном на территории г. Тюкалинск. Практически на всем протяжении участка реки подмывов берегов, эрозии и наносов не наблюдается. Во всех пробах воды показатели мутности, сухого остатка, железа и хлорид-ионов превышают ПДК [2].

Литература:

1. Суздалева Анна Александровна. Инженерно-экологическое обустройство и пути повышения рекреационного потенциала малых городских водных объектов: Дис... канд. техн. наук: 03.00.16 Москва, 2005 188 с. РГБ ОД, 61:06—5/2366
2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования Дополнения и изменения 1 к ГН 2.1.5.1315—03 Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.2280—07. Москва 2007
3. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.5.980—00. Минздрав России. Москва 2000

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Взаимосвязь показателей экстерьера и продуктивности коров в ФГУП «Омское»

Ефремов Анатолий Павлович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Иванов Владимир Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Тарасова Татьяна Евгеньевна, студент;
Архцкая Яна Сергеевна, студент
Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина

В статье приведены данные по линейной оценке экстерьера, молочной продуктивности и воспроизводительным особенностям коров стада ФГУП «Омское» Россельхозакадемии и корреляционной связи этих показателей.

Ключевые слова: экстерьер, линейная оценка, молочная продуктивность, обильномолочность, жирномолочность, белковомолочность, признак, балл.

Correlation of the exterior and the productivity of cows in the federal state unitary enterprise «OMSK»

The article presents data on the linear estimation exterior, milk production and reproductive features of cows herd FSUE «Omsk» RAAS and the correlation of these parameters.

Key words: exterior, linear score, milk production, filmily, fat content, pettily a sign.

Актуальность. Общее понятие термина экстерьер стало доступно после его введения К. Буржелем в 1768 году в теорию животноводства и понимается, как наружные формы телосложения в целом или внешний вид животного. В процессе развития учения об экстерьере были предложены различные методы проведения его оценки [1]. В специальной литературе уже более двух столетий публикуются данные о связях отдельных показателей экстерьера с продуктивностью животных, как-то, что более молочной будет та корова, у которой межрёберное пространство больше и др. этому подобное. Эти все высказывания в основном верны, т.к. народ давно уже подметил в своей практике такие закономерности. Однако, в последние годы, в соответствии с нормативными актами по племенному животноводству, более широкое распространение приобретает линейная система оценки экстерьера. Проводится оценка визуально, но в избегании ошибок, дополняется проведением измерений, особенно в случаях, вызывающих сомнения [2, 3, 4, 5].

Материал и методика проведения исследований. По просьбе специалистов ФГУП «Омское» было проведено исследование по изучению экстерьера и выявлению

его связей с показателями продуктивности животных в стаде. Линейной оценке экстерьера были подвержены 112 голов коров, принадлежащих к основным генеалогическим группам голштинского скота, используемых в селекционной работе со стадом по повышению обильномолочности: Монтвик Чифтейна (1-я группа), Вис Айдиала (2-я группа), Рефлекшн Соверинга (3-я группа) и Силинг Трайджун Рокита (4-я группа). Кровность животных по голштинской породе в целом по стаду составила 86,0%.

Результаты исследований. Оценку проводили по 18 показателям, в отдельных случаях, в случаях, вызывающих сомнения, производили измерение отдельных статей.

Все показатели оценивались по десятибалльной системе со средним показателем оценки равный пяти баллам. Усреднённые данные визуальной линейной оценки экстерьера по выборке приведены в таблице 1.

Нами проведена попытка группировки отдельных признаков по своему хозяйственному и биологическому значению. Все эти признаки при проведении линейной оценки экстерьера получили, при их биометрической обработке показатели по своему значению отличающиеся

Таблица 1. Показатели линейной оценки экстерьера коров стада ФГУП «ОМСКОЕ», балл ($X + S_x$) п/п

п	Показатели	Значение
1	Рост	6.6 ± 0.16
2	Глубина туловища	6.3 ± 0.12
3	Крепость телосложения	6.3 ± 0.14
4	Молочные формы	4.7 ± 0.18
5	Длина крестца	5.8 ± 0.10
6	Положение таза	6.1 ± 0.14
7	Ширина таза	5.5 ± 0.12
8	Обмускуленность	5.7 ± 0.14
9	Постановка ног	5.3 ± 0.12
10	Угол копыта	4.6 ± 0.14
11	Прикрепление передней доли вымени	5.5 ± 0.18
12	Длина передней доли вымени	5.2 ± 0.17
13	Высота прикрепления	5.1 ± 0.14
14	Ширина задней доли вымени	5.1 ± 0.13
15	Борозда вымени	4.8 ± 0.18
16	Положение дна вымени	5.3 ± 0.14
17	Расположение передних сосков	5.2 ± 0.17
18	Длина сосков	5.2 ± 0.17

несущественно или же незначительно. Так к вышеупомянутому признаку рост, нами были отнесены признаки глубина туловища, крепость телосложения; сюда же, по нашему мнению можно отнести и признак обмускуленность. Во вторую группу мы включили признаки характеризующие молочные формы и признаки, способствующие наличию высокой продуктивности — 8 признаков. В третью группу включены признаки, характеризующие прохождение лёгкости отёлов, и в четвёртую группу, важные для промышленной, или интенсивной, технологии, приспособленность животных к круглогодичному стойлово-привязному или беспривязному, но содержанию в закрытых помещениях.

Говоря о полученных усреднённых показателях отдельных признаков, мы имеем возможность по итогам линейной оценки, судить о том, что животные стада, по своим экстерьерным показателям, соответствуют требованиям, предъявляемыми к черно-пёстрой породе и констатации их соответствия, так как значения показателей признака варьируют от 4,6 до 6,6 балла. Однако, если брать во внимание отклонения признака у животных в общей массе, то по значениям показателей признаков, включённых в первую группу — 62 гол, или 55,4% имели рост как высокий и очень высокий и оценивались по этому признаку от 7 до 9 баллов. Эти же животные, молодые коровы 1 и 2 отёлов, в основной массе принадлежащие к линии Вис Айдиала, характеризовались высокой обильностью (978,2 кг молока на 100 кг живой массы), их уровень молочной продуктивности составил 6242,4 кг за лактацию, при содержании в молоке жира и белка соответственно 4,12 и 3,14%. Этот показатель продуктивности был выше, чем в группах коров с меньшей балльной оценкой, на 587,4, 221,9 и на 555,1 кг, и на 0,01, 0,04 и на 0,03% жира. При этом молоко этих коров было беднее по

содержанию белка на 0,04, 0,02 и 0,02%, чем в 1, 3 и 4 группах соответственно.

Среднее же значение оцениваемого признака имело показатель 6,6 балла, что ближе к оценке животных, как высокий. В то же время в выборке имеется 5 гол, или 4,5% коров имеющих рост, как низкий. Оставшиеся 40,1% поголовья, или 45 голов, характеризовались, как животные, имеющие средний рост и балльную оценку от 4 до 6 баллов.

В целом же при линейной оценке по группе признаков можно говорить о том, что животные имеют крепкое телосложение, они достаточно массивны. Оценка по каждому отдельному признаку превышает среднее значение на 0,7–1,6 балла.

Об оценке второй группы промеров, характеризующих выраженность молочных форм, можно говорить обособленно, выделяя каждый признак на роль наиболее важного. Однако, суждение будет более полноценным и объёмным, если проводить оценку комплексно. Например, нельзя судить об уровне продуктивности животного только по признаку «положение дна вымени», которое может быть обусловлено несколькими причинами, в том числе и возрастом животного. Этот признак в большей степени позволяет судить о пригодности коров к машинному доению. Или же по форме сосков, их величине, расположению или по положению дна вымени. Каждый из них оказывает своё влияние и на уровень молочной продуктивности, и на приспособленность к используемой технологии.

Так, например, коровы, с наивысшей продуктивностью по стаду, имели оценку по каждому отдельно взятому признаку в баллах выше среднего значения на 0,7–1,3 балла, тогда как коровы, имеющие показатель балльной оценки признака на 0,2–1,4 балла ниже среднего значения, ха-

рактизовались продуктивностью ниже, чем была зарегистрирована в среднем по стаду.

Коровы, отнесённые в четвёртую группу, характеризовались по признакам, оказывающим влияние на лёгкость прохождения отёлов, а, следовательно, не испытывавших значительного стресса во время родового акта. Согласно ветеринарной отчётности в хозяйстве отмечаются случаи трудных отёлов и эти случаи не единичны, а достигают значения 10% от общего количества отёлов. Так животные, имеющие признаки, способствующие лёгкости прохождения родового акта, характеризовались молочной продуктивностью, превышающей средний удой по стаду, тогда как коровы, испытывавшие стресс при отёле характеризовались общим удоём за лактацию ниже, чем средний показатель по стаду. Различия между первыми и вторыми достигало 600–900 кг.

Важным хозяйственно полезным признаком является приспособленность животных к условиям интенсивной технологии, связанными с круглогодичным содержанием

животных на привязи с краткой пассивной прогулкой на свежем воздухе в течение 3–4 часов. В связи с этим животные должны иметь крепкий копытный рог и крепкий костяк конечностей с правильной формой постановки ног и угла копыта. Наличие массивных животных, не всегда отвечающих требованиям технологии, способствует выбыванию из стада коров по причине болезни конечностей. Количество таких животных достигает более 50%, от всего выбывших коров. Следовательно, дальнейшая селекционная работа должна быть сосредоточена на устранении этого недостатка.

Заключение. Таким образом, линейная оценка экстерьера, при её правильном использовании и анализе полученных данных, при её проведении, должна способствовать отбору и выделению по внешним признакам высокопродуктивных животных и, следовательно, повышению продуктивности в целом по стаду, а также быть направлена на дальнейшее совершенствование хозяйственно полезных признаков в целом.

Литература:

4. Мартынова, Е., Девятова Ю. Линейная оценка экстерьера коров и ее связь с продуктивностью / Е. Мартынова, Ю. Девятова // Молочное и мясное скотоводство. — 2004. — № 8. — с. 23.
5. Логинов, Ж. Г., Прохоренко П. Н., Попова Н. В. Методические рекомендации по линейной оценке экстерьерного типа в молочном скотоводстве. / Ж. Г. Логинов, П. Н. Прохоренко, Н. В. Попова — М., 1994. — 40 с.
6. Прожерин, В. П., Завертяев Б. П.; Ялуга В. Л.; Мохнаткина Ю. М. Линейная оценка экстерьера коров холмогорской породы / В. П. Прожерин, Б. П. Завертяев, В. Л. Ялуга, Ю. М. Мохнаткина // Зоотехния. — 2008. — № 12. — с. 3–4.

Молодой ученый

Международный научный журнал
Выходит два раза в месяц

№ 2 (106) / 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)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игиснинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
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.

Ответственный редактор: Осянина Е. И.

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 10.02.2016. Тираж 500 экз.

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