

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

ежемесячный научный журнал



6

2015

Часть II

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 6 (86) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметова Галия Дуфаровна, доктор филологических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических 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

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

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

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

На обложке изображен Улугбек — правитель тюркской державы Тимуридов, сын Шахруха, внук Тамерлана. Выдающийся математик, астроном и астролог своего времени. Основал одну из важнейших обсерваторий средневековья.

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:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231. E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4

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».

Ответственные редакторы:

Кайнова Галина Анатольевна

Осянина Екатерина Игоревна

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)*

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)*

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

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

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

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

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

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

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

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)*

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)*

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Голубцов Максим Владимирович

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Андреев С. Ю., Камбург В. Г., Петрунин А. А.,
Бодажков Н. Ю.**

Использование термодинамических моделей для интенсификации процессов флотационной очистки производственных сточных вод..... 107

**Андреев С. Ю., Камбург В. Г., Петрунин А. А.,
Бодажков Н. Ю.**

О выборе способа флотационной обработки растворов для интенсификации процессов очистки производственных сточных вод..... 113

**Байжанов И. Р., Курамбаев Ш. Р., Болтаев У. С.,
Ачилова С. С., Байжанов Н. И., Курязов З. Р.**

Определение оптимальных режимов активации бентонитовых глин месторождения Навбахор для осветления растительных масел..... 118

Балакина Е. В., Зотов Н. М., Доютов В. А.

Общая методика исследования деформаций автомобильной шины с применением фотограмметрии 120

**Бердиев О. Б., Матниязов Б. И., Парсаева Н. Ж.,
Бердиев О. О.**

Напряженно-деформированное состояние пологих и подъемистых конических оболочек с учетом влияния краевого эффекта 123

Биятто Е. В., Шарманова Г. Ю.,

Привалихина К. К.

Зависимость электропотребления от влияния различных факторов. Анализ потребления электроэнергии по ОЭС и энергосистемам 2012–2014 гг. 126

Бодрова А. А., Логвин В. И.

Позиционирование и взаимодействие в беспроводных сенсорных сетях 129

Васильева Т. Н., Мишина Е. С.

Оценка возможности установки реклоузера на отходящих линиях подстанций Рязанского региона 132

Гарькин И. Н., Артюхина О. В.

Обследование зданий предприятий по производству строительных материалов 137

**Горбатовская Н. А., Муслимов Н. Ж.,
Джумабекова Г. Б.**

Влияние добавок муки бобовых культур на физические свойства пшеничного теста 141

Давыдов А. С., Данилов А. М.

Определение обобщенной частотной характеристики эргатической системы по данным нормальной эксплуатации 143

Данияров Н. А., Арыстанов Ж. Т.

Мероприятия по снижению содержания оксидов азота в отработавших газах дизелей 146

**Долматова И. А., Зайцева Т. Н., Иванова Г. Д.,
Персецкая К. М.**

Исследование показателей качества обогащенных макаронных изделий..... 148

**Долматова И. А., Семьянова Е. С.,
Курочкина Т. И., Быстрова А. А.**

Основные направления и перспективы развития малого предпринимательства в Магнитогорске 152

**Дятлов М. Н., Ислямгалиев А. И., Брагин Д. Ю.,
Лебедев А. В.**

Выполнение и редактирование спецификаций сборочных чертежей в современных графических системах проектирования 155

Ерошкина Н. А., Коровкин М. О., Тымчук Е. И.

Исследование водостойкости геополимерных вяжущих с комплексной добавкой..... 157

Жураев Ф. У., Тухтаева Г. П. Обоснование параметров мелиоративных машин в условиях орошаемого земледелия 160	Рылякин Е. Г., Волошин А. И. Эффективный разогрев двигателя при низких температурах..... 196
Изосимов С. Д. Методика определения функций принадлежности для аппроксимации периодических функций нечеткими множествами 164	Рылякин Е. Г., Волошин А. И. Система терморегулирования гидропривода .. 198
Калашникова В. В. Обеспечение психологического комфорта при проектировании элитного жилья..... 168	Рылякин Е. Г., Костина В. И. Обеспечение эффективной функциональности гидропривода мобильных машин..... 200
Кирютин А. С. Зуботочение обкаточным резцом как перспектива развития зубообработки 172	Рылякин Е. Г., Кузнецов А. Ю. Влияние воды на изнашивание топливной аппаратуры 202
Кожанов Р. В., Артемова А. Д., Кельплер М. А., Гягяева А. Г., Сорокина Л. А., Кожанова Е. Р. Вычисление статистических показателей с использованием математического пакета Matlab 175	Рябова В. Ф., Малова Е. Н., Курочкина Т. И., Ходакова Е. Е. Физиологические эффекты и роль функциональных продуктов питания 204
Коровкин М. О., Ерошкина Н. А., Уразова А. А. Исследование эффективности введения суперпластификатора при домоле цемента 181	Салыхова Д. Р. Organization of distance learning in Moodle 207
Медеубаев Н. А., Комлева Е. В., Байтуганова М. О., Сапарова Г. К. Борьба с пылегазовыми выбросами при разливке ферросплавов 183	Саяпин В. В., Ляпин Н. А., Ширяев С. А. Подходы к определению показателей конкурентоспособности грузового автотранспортного предприятия 210
Милицин А. Н., Шабанов М. Л., Лысыч М. Н., Романов В. В. Перспективы использования многофункционального культиватора для проведения уходов за лесными культурами ... 186	Семенщев Е. А., Куцова Э. Л., Фетисов Н. Г. Der Algorithmus der Suche und der Erkennung von Verkehrszeichen nach der Analyse der Vidoreihenfolge 214
Мороз М. Н., Калашников В. И., Ерофеева И. В. Эффективные бетоны нового поколения с низким удельным расходом цемента на единицу прочности 189	Стародубцев А. Е., Арчаков С. В. Особенности диагностирования сварных соединений технологических трубопроводов и печных змеевиков из сталей типа 15X5М, 12X2М1, заваренных электродами аустенитного класса 218
Нашивочников В. В., Гарькина И. А. Параметрическая идентификация уравнений движения методом наименьших произведений..... 191	Шабанов М. Л., Милицин А. Н., Лысыч М. Н., Романов В. В. Изучение процесса деформации почвы рабочими органами лесопосадочной машины..... 222
Олимов М., Жакбаров О. О., Ирискулов Ф. С. Алгоритм решения прикладных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка с методом дифференциальной прогонки 193	Шестернин А. И., Коровкин М. О., Ерошкина Н. А. Основы технологии самоуплотняющегося бетона 226
	Эргашев Ш. Х., Бекпулатов И. Р., Намазов Ф. А., Давронов Х. Т. Разработка высокочувствительного сенсора температуры на основе монокристалла Si (111)..... 228

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Использование термодинамических моделей для интенсификации процессов флотационной очистки производственных сточных вод

Андреев Сергей Юрьевич, доктор технических наук, профессор;
Камбург Владимир Григорьевич, доктор технических наук, профессор;
Петрунин Алексей Алексеевич, аспирант;
Бодажков Никита Юрьевич, инженер
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Важными особенностями современного этапа технического прогресса являются все возрастающая сложность внедряемых в производство технологических процессов и значительно ускорившиеся темпы их внедрения.

Существенно сократить сроки освоения новых технологических процессов и снизить затраты на их внедрение позволяют методы математического моделирования [1]. В настоящее время моделирование занимает достойное место в теоретических основах практически всех отраслей промышленности. К числу наиболее быстро развивающихся ее разделов относится моделирование химико-технологических процессов, в том числе процессов очистки природных и сточных вод.

Цель работы

Критический анализ современных математических моделей для описания и изучения процессов флотационной очистки сточных вод, выявление основных факторов, влияющих на эффективность извлечения загрязнений и обсуждение возможных путей оптимизации технологий в зависимости от основных свойств водных систем и режимов работы технологического оборудования

Основная часть работы

При описании процесса флотации дисперсных частиц принято использовать два вида математических моделей.

1. термодинамические модели, позволяющие оценить вероятность образования флотокомплекса «дисперсные частицы — пузырек воздуха исходя из анализа изменения энергии дисперсной системы
2. кинетические модели, предусматривающие описание всех стадий образования флотокомплекса дисперсная частица — пузырек воздуха.

Игнорирование кинетики стадии сближения для мелких частиц (менее 10 мкм), являющихся практически безинерционными, не позволяет получить корректные результаты.

Таким образом, исследование кинетики сближения частицы с пузырьком воздуха в теории флотационной очистки нефтесодержащих сточных вод, загрязненных, главным образом, эмульсиями, представляющими собой мелкие безинерционные частицы, имеет решающее значение.

Необходимость изучения кинетики флотации обосновывается более глубоким пониманием явлений, лежащих в ее основе, впервые была отмечена академиком А. Н. Фрумкиным [7]. При этом под кинетикой флотационного процесса следует понимать рассмотрение во времени всех элементарных актов флотации и конечных ее показателей. Особый интерес представляет процесс осаждения частиц на поверхность единичного пузырька, его эффективность, а также скорость флотации коллективом пузырьков. Этим вопросам уделялось значительное внимание уже на ранних этапах развития кинетической теории флотации.

Для вывода уравнения скорости флотации авторами [5] был использован химический закон действия масс

$$\frac{\partial N}{\partial t} = -KN^a C^b, \quad (6)$$

где N — счетная концентрация флотируемых частиц, шт/м³;
 C — счетная концентрация воздушных пузырьков, шт/м³;
 a и b — показатели степени;
 K — константа скорости процесса флотации.

Было предложено при оценке физико-химической кинетики процесса флотации не учитывать концентрацию воздушных пузырьков, так как она остается постоянной величиной. Полученное им уравнение скорости флотации имело вид

$$\frac{dN}{dt} = -KN^a, \quad (7)$$

Путем преобразования формулы (7) и ее интегрирования для случая $\alpha = 1$ была получена формула, описывающая процесс флотации монодисперсных частиц коллективом пузырьков газа

$$N_T = N_0 e^{-KT}, \quad (8)$$

где N_0 и N_T — счетные концентрации флотируемых частиц в начальный момент времени и через T секунд.
 Если вместо значений N_0 и N_T использовать понятие коэффициента извлечения частиц

$$\alpha = 1 - \frac{N_T}{N_0}$$

то формула (8) примет вид

$$\alpha = 1 - e^{-KT}. \quad (9)$$

Из уравнения (9) следует, что константа скорости процесса флотации имеет размерность величины, обратной времени, с⁻¹

$$K = \frac{1}{\tau}, \quad (10)$$

где τ — характерное время очистки сточных вод, в течение которого концентрация флотируемых частиц убывает в e раз.

Таким образом, зная продолжительность процесса флотации T , начальную и конечную счетную концентрации флотируемых частиц N_0 ; N_T в соответствии с формулой (10) можно определить

$$K = \frac{\ln \frac{N_0}{N_T}}{T}. \quad (11)$$

В качестве физической интерпретации констант скорости процесса флотации также было предложено рассматривать коэффициент K как произведение вероятности столкновения частиц с пузырьком и вероятности их закрепления на поверхности пузырька.

В работе [5] приводится следующее выражение для определения константы скорости извлечения взвешенных частиц в процессе флотации монодисперсных систем

$$K = \frac{3qE}{4R_n}, \quad (12)$$

где q — объем газа, поступающего в единицу времени через единицу площади поперечного сечения флотационного объема, м³/м² · с;

R_n — радиус пузырька воздуха, м;

E — коэффициент эффективности захвата флотируемой частицы пузырьком воздуха.

В связи с тем, что распределение пузырьков по крупности в реальных полидисперсных процессах флотации близко к нормальному, в качестве радиуса пузырьков принимают его среднестатистическое значение.

Параметр E является сложнейшей функцией, зависящей от многих факторов. Известно, что на ход флотационного процесса влияют такие факторы, как род флотируемого материала, размер частиц и пузырьков, электрокинетический потенциал пузырьков воздуха и флотируемых частиц, наличие реагентов и т. д.

Первая попытка определить коэффициент эффективности захвата E была сделана в работе [3] с опорой на математический аппарат, разработанный в механике аэрозолей

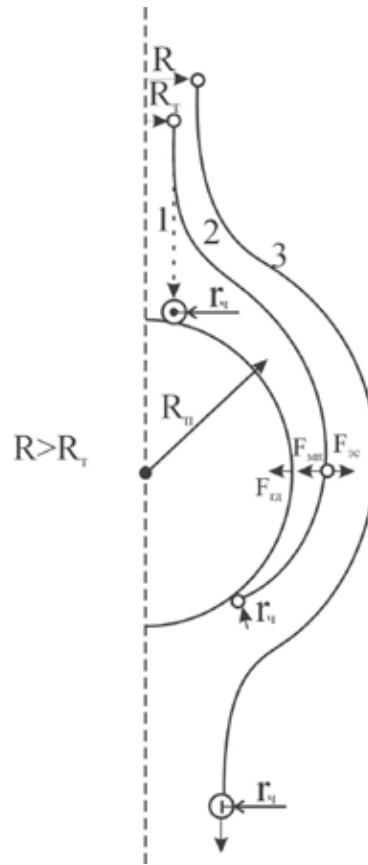


Рис. 1. Траектории сближения флотируемой частицы с пузырьком газа: 1 — траектория инерционной (крупной) частицы; 2 — траектория безынерционной частицы; 3 — траектория безынерционной частицы, находящейся за пределами трубки тока

$$E = \frac{r_{\tau}^2}{R_n^2}, \tag{13}$$

где r_{τ} — максимальный радиус трубки тока, набегающего на пузырек потока жидкости, все частицы из которой задерживаются на поверхности пузырька, м;

Схематично процесс сближения частицы с пузырьком воздуха изображен на рис. 1.

Процессы сближения инерционных (крупных) и безынерционных частиц с поверхностью пузырька имеет качественные различия.

При приближении к поверхности пузырька инерционной частицы ее траектория почти не изменяется, так как силы инерции компенсируют гидродинамическое воздействие потока жидкости, изменяющего свою траекторию вблизи поверхности пузырька газа. Частица движется прямолинейно вплоть до столкновения с поверхностью пузырька воздуха, которое произойдет, если прицельное расстояние δ (расстояние между проекциями центра пузырька и центра частицы) меньше суммы радиуса пузырька и радиуса частицы.

$$\delta < R_{\tau} + r_{\tau}. \tag{14}$$

Безынерционные частицы вблизи поверхности пузырька ведут себя иначе. При обтекании поверхности пузырька жидкостью линии тока искривляются, увлекая за собой частицу. Чем меньше размер частицы и разница ее плотности с веществом среды, тем меньше действующие силы инерции и больше приближение ее траектории к траектории линии тока жидкости.

Возможность инерционного осаждения частиц на пузырьке в соответствии с рекомендациями [5] определяется безразмерным параметром

$$\lambda = \frac{l}{R_n}, \tag{15}$$

где l — инерционный пробег частицы, м;

$$l = \frac{2Vr_{\tau}^2 \Delta\rho}{9\eta}, \tag{16}$$

где V – скорость движения частицы относительно пузырька, м/с;

$\Delta\rho$ – разность плотностей среды и частицы, кг/м³;

η – динамический коэффициент вязкости среды, Па·с.

Инерционное осаждение возможно, если $\lambda \leq \lambda_{кр}$. В работе [3] для критического значения параметра $\lambda_{кр}$ получено число

$$\lambda_{кр} = \frac{1}{24}.$$

Подставив это значение в формулы (15) и (16) можно получить выражение для критического радиуса частицы, ниже которого силы инерции не обеспечивают сближение частицы с пузырьком

$$\lambda_{кр} = \frac{2Vr_n^2 \Delta\rho}{9\eta r_n} = \frac{1}{24} \rightarrow r_q^{кр} = \sqrt{\frac{9\eta r_n}{48V\Delta\rho}}. \quad (17)$$

Приняв скорость осаждения частицы равной скорости всплывания пузырька воздуха относительно жидкости, в соответствии с законом Стокса, имеем:

$$V = \frac{2gr_n^2(\rho_{ж} - \rho_{г})}{9\eta} \approx \frac{2gr_n^2}{9\nu}, \quad (18)$$

где $\rho_{ж}$ – плотность жидкости;

$\rho_{г}$ – плотность газа внутри пузырька, кг/м³ ($\rho_{г} \ll \rho_{ж}$);

ν – кинематический коэффициент вязкости жидкости, м²/с;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,8$ м/с².

Подставляя выражение (18) в (17) имеем

$$r_q^{эд} = \sqrt{\frac{9\eta r_i}{48\Delta\rho} \frac{9\nu}{2gr_i^2}} = \sqrt{\frac{27}{32} \frac{\eta\nu}{gr_i \Delta\rho}} = \sqrt{\frac{27}{32} \frac{\nu^2}{2r_i \Delta\rho}}. \quad (19)$$

При радиусе флотируемой частицы превращающим критический радиус $r_q > r_q^{кр}$ имеет место ее инерционное осаждение на поверхности пузырька.

Коэффициент эффективности захвата в элементарном акте инерционного столкновения частицы с пузырьком авторы [5] рекомендуют оценивать по формуле

$$E = \frac{\lambda^2}{(\lambda + 0,2)^2} \quad (20)$$

Если значение E в формуле (20) близко к единице, то можно считать,

что происходит захват крупных частиц пузырьками по инерционному механизму. Для малых частиц $r_q < r_q^{кр}$ инерционное осаждение невозможно.

В этом случае в соответствии с рекомендациями E определяется для стоксовского режима всплывания пузырьков

$$\text{воздуха } R_e = \frac{2r_n V}{\nu} < 1 \text{ по формуле}$$

$$E = \frac{3}{2} \left(\frac{r_q}{R_n} \right)^2 \quad (21)$$

По некоторым данным формула (21) остается справедливой до $Re < 20$ [6].

Для режима всплывания пузырьков воздуха, отличного от стоксовского ($Re > 1$), коэффициент E определяется по формуле

$$E = \frac{3r_q}{R_n}. \quad (22)$$

Переходя от счетных концентраций к массовым, в работе [8] приводятся формулы, описывающие кинетику извлечения нефтепродуктов воды при напорной флотации:

для флотации пузырьками со средним диаметром менее 80 мкм

$$C_k = \frac{C_n}{e^{0,016q_e n r_q^{1,4} T}}, \quad (23)$$

где n – счетная концентрация пузырьков во флотаторе, шт/м³;

для флотации пузырьками со средним диаметром более 80 мкм.

$$C_k = \frac{C_n}{e^{0,6q_z n R_n^{0,8} T}}, \quad (24)$$

где C_n и C_k – начальная и конечная концентрация нефтепродуктов, кг/м³;

q_z – объем газа, поступающего в единицу времени через единицу площади поперечного сечения флотатора, м³/с · м²

$$q_z = \frac{Q_z}{F_\phi}, \quad (25)$$

где Q_z – расход газа в выделившихся из раствора при дросселировании пузырьках, м³/с;

F_ϕ – площадь поперечного сечения флотатора, м²;

Увеличение коэффициента газонаполнения во флотационном объеме выше определенного критического значения $\phi_{кр}$ может привести к изменению величины коэффициента эффективности захвата. В работах [2,3] получено выражение для оценки эффективности захвата, которое учитывает не только размеры пузырька, но величину доли диспергированной газовой фазы.

Коллективная скорость всплывания пузырьков газа в жидкости будет отличаться от скорости всплывания одиночного пузырька в свободном объеме. Предположим, что все пузырьки имеют одинаковый размер и строго сферическую форму, а так же, что они равномерно распределены по объему жидкости. В общем случае коллективная скорость всплывания пузырьков жидкости будет зависеть от следующих факторов:

от радиуса одиночного пузырька газа r_n ;

от доли диспергированного в жидкости газа ϕ — величины газонаполнения, которая численно равна отношению объема газа к величине объема всей газожидкостной системы.

Используя схему последовательных приближений, с помощью которой краевую задачу можно решить с особой точностью, и рассматривая каждый раз граничные условия только для одного пузырька Кафаров В. В. определил величину скорости его всплытия в виде функции от величины газонаполнения для случая хаотического расположения пузырьков газа [9]

$$V_n = \frac{V_{no}}{1 + 1,3\phi^{1/3}}, \text{ м/с} \quad (26)$$

где V_n – коллективная скорость всплывания пузырьков газа, м/с;

V_{no} – скорость всплывания пузырька в неограниченном объеме жидкости, м/с;

ϕ – величина газонаполнения.

Применение ячеистой модели к облаку всплывающих в объеме жидкости пузырьков газа позволило получить еще более сложную зависимость

$$V_n = V_{no} \frac{3 - \frac{9}{2}\phi^{1/3} + \frac{9}{2}\phi^{5/3} - 3\phi^2}{3 + \phi^{5/3}}, \text{ м/с}$$

В работе [9] была сделана попытка оценить влияние наличия дисперсной газовой фазы на вязкость дисперсной системы.

Известно, что дисперсные системы имеют вязкость, превышающую вязкость исходной дисперсной среды. Увеличение вязкости эмульсий и суспензий зависит как от объемной концентрации дисперсной фазы, так и от формы частиц, вязкости их материала, структурообразования и других факторов.

Формула, полученная в [9] имеет вид для определения коэффициентов динамической вязкости смеси.

$$\mu_c = \mu_{ж} \left(1 + \frac{9}{2}\phi\right)$$

с учетом: $\rho_c = \rho_{ж}(1 - \phi)$ и $\mu_c = \rho_c \nu_c$; $\mu_{ж} = \rho_{ж} \nu_{ж}$

получаем

$$\nu_c = \nu_{ж} \frac{1 + \frac{9}{2}\phi}{1 - \phi}$$

Тогда для случая стоксовского режима всплывания газового пузырька с учетом $\rho_{ж} - \rho_{г} \approx \rho_{ж}$ будем иметь

$$V_n = \frac{2gr_n^2(1 - \phi)}{9\nu_{ж} \left(1 + \frac{9}{2}\phi\right)}, \text{ м/с} \quad (27)$$

Поскольку флотация является сложным физико-химическим процессом, состоящим из следующих стадий: 1) образование флотокомплекса «пузырек воздуха-дисперсная частица»; 2) всплывание флотокомплекса на поверхность жидкости; 3) образование на поверхности жидкости пенного слоя, при описании флотационного процесса необходимо учитывать все эти стадии. В настоящее время создан целый ряд моделей флотационного процесса, учитывающих возможность перехода дисперсных частиц из суспензии в пенный слой и обратно [9]. Пробразом этих моделей флотационного процесса переноса служит обратимая химическая реакция. При этом обратимость проявляется не только на стадии перехода дисперсной частицы из флотокомплекса в пену, но и на стадии образования этого комплекса его всплывания на поверхность жидкости.

Было предложено [10] описывать флотационный процесс системой уравнений, характеризующих переход дисперсных частиц из состояния А (исходное состояние частиц) в состояние В (состояние прилипания и удержания частиц на пузырьке) и далее в состояние С (состояние частицы в пенном слое), при этом предполагается, что на каждой стадии возможны и обратные переходы.

$$\begin{cases} \frac{\partial C_A}{\partial t} = -K_1 C_A + K_2 C_B - K_5 C_A + K_6 C_C \\ \frac{\partial C_B}{\partial t} = K_1 C_A - K_2 C_B - K_3 C_B + K_4 C_C, \text{ кг/м}^3 \cdot \text{с} \\ \frac{\partial C_C}{\partial t} = K_3 C_B - K_4 C_C - K_5 C_C + K_6 C_A \end{cases} \quad (28)$$

где C_A ; C_B ; C_C — соответственно концентрация дисперсных частиц в состояниях А; В и С, [кг/м³];

$K_1; K_2; K_3; K_4; K_5; K_6$ — константы скорости перехода соответственно из состояния А в состояние В, из состояния В в состояние А; из состояния В в состояние С; из состояния С в состояние В; из состояния С в состояние А; из состояния А в состояние С, с⁻¹.

Рассмотренные математические модели были адаптированы для соответствующих авторских технологий флотационной очистки сточных вод при реконструкции флотаторов участка очистки замазученных сточных вод ТЭЦ № 1 г. Пенза [11] и локальных очистных сооружений ОАО «Пензадизельмаш» [4].

Выводы

Проведенный теоретический анализ термодинамических и кинетических процессов флотации позволил сделать следующие выводы:

— эффективность удаления мелкодисперсных эмульсий примесей зависит от степени дисперсности водовоздушной смеси, а также величины ее газонасыщения, что требует детального экспериментально-модельного исследования в каждой конкретной технологической ситуации;

— повышение эффективности процессов флотационной очистки производственных сточных вод требует, в первую очередь, создания новых технологий генерирования тонкодисперсных водовоздушных смесей с повышенным газонасыщением.

Литература:

1. Самарский, А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры // — М.: ФИЗМАТЛИТ. — 2002. — с. 320.
2. Дерягин, Б. В. Теоретические основы и контроль процессов флотации [Текст] / Б. В. Дерягин, С. С. Духин, Н. Н. Рулев. — М.: Недра. — 1980.
3. Рулев, Н. Н. Кинетика флотации мелких частиц коллективом пузырьков [Текст] / Н. Н. Рулев, Б. В. Дерягин, С. С. Духин // Коллоидный журнал. — 1977. — т. 39. — № 1.
4. Гришин, Б. М., Андреев С. Ю., Камбург В. Г. Теоретические и экспериментальные исследования флотационной очистки нефтесодержащих производственных сточных вод с применением вихревых смесительных устройств // Региональная архитектура и строительство — Пенза: — 2012. — № 1. — с. 11–16.
5. Дерягин, Б. В. Микрофлотация [Текст] / С. С. Духин, Н. Н. Рулев. — М.: Химия. — 1986.
6. Рулев, Н. Н. Теория флотации мелких частиц и флотационной водоочистки [Текст] / Н. Н. Рулев // Дис. канд. хим. наук. — Киев. — 1977.
7. Фрумкин, А. Н. Физико-химические основы теории флотации [Текст] / А. Н. Фрумкин. — М.: АН СССР. — 1932.
8. Стахов, Е. А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов [Текст] / Е. А. Стахов. — Л.: Недра. — 1983.

9. Кафаров, В. В. Основы массопередачи. — М.: Высшая школа. — 1976.
10. Ксенофонов, Б. С. Очистка сточных вод: флотация и сгущение осадков. — М.: Химия. — 1992.
11. Андреев, С. Ю., Гришин Б. М. Новая технология безреагентной флотационной очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты // Региональная архитектура и строительство — Пенза: — 2011. — № 1, — с. 36–42.

О выборе способа флотационной обработки растворов для интенсификации процессов очистки производственных сточных вод

Андреев Сергей Юрьевич, доктор технических наук, профессор;
Камбург Владимир Григорьевич, доктор технических наук, профессор;
Петрунин Алексей Алексеевич, аспирант;
Бодажков Никита Юрьевич, инженер
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Флотационные методы очистки производственных сточных вод являются одними из современных эффективных средств. Практикой очистки воды и других загрязненных жидкостей флотацией за долгие годы ее применения были выработаны различные конструктивные схемы, приемы и методы, отличающиеся друг от друга рядом признаков. Наиболее важной отличительной чертой процесса флотации является способ насыщения жидкости пузырьками воздуха определенной крупности.

Цель работы

В настоящей работе предложены теоретически обоснованные рекомендации по выбору способа насыщения воды пузырьками воздуха различной крупности, в зависимости от возникающих технологических ситуаций.

Основная часть работы

Практикой очистки воды и других загрязненных жидкостей флотацией за долгие годы ее применения были выработаны различные конструктивные схемы, приемы и методы, отличающиеся друг от друга рядом признаков. Наиболее важной отличительной чертой процесса флотации является способ насыщения жидкости пузырьками воздуха определенной крупности. По этому принципу принято выделять следующие способы флотационной обработки воды:

- 1) флотация с механическим диспергированием воздуха;
- 2) пневматическая флотация;
- 3) электрофлотация;
- 4) флотация с выделением воздуха из пересыщенного раствора газа в жидкости.

При механической флотации пузырьки воздуха образуются за счет механического взаимодействия потоков воздуха и жидкости с рабочим органом флотационных машин.

В процессе безнапорной механической флотации, при небольших количествах потребного воздуха (менее 4% от расхода перекачиваемой насосом воды) используется центробежный насос с подачей воздуха во всасывающий патрубок.

Импеллерная флотация предусматривает расположение у дна флотационной камеры турбины насосного типа (импеллера) со статором. В центре статора имеется воздушная трубка, соединенная с атмосферой. При быстром вращении импеллера в центральной части камеры создается зона пониженного давления и через отверстия в верхней части статора на импеллер поступает сточная жидкость, которая затем выбрасывается лопастями турбины через направляющие щели отбойника. Одновременно происходит засасывание воздуха из атмосферы через трубу. Потоки воздуха и жидкости взаимодействуют между собой и с поверхностью турбины, в результате чего образуются пузырьки воздуха диаметром 0,5–5 мм. На статоре, оборудованном отбойниками, происходит гашение вращательного движения выходящей с импеллера водовоздушного потока. Флотационные машины с диспергированием воздуха импеллером не позволяют получить мелкодисперсной водовоздушной смеси. Они нашли широкое распространение при обогащении полезных ископаемых и могут быть использованы при очистке сточных вод, содержащих ПАВ.

В процессе пневматической флотации пузырьки воздуха образуются путем впускания воздуха во флотационную камеру через специальные сопла, пористые или перфорированные элементы.

Пневматическая флотационная установка представляет собой резервуар, чаще всего выполненный в виде колонны высотой 3–5 м, в который сверху поступает очищаемая вода, а снизу — диспергированный на пузырьки размером

4–10 мм воздух, подаваемый от компрессора. Теоретические основы процесса образования пузырька воздуха из единичной поры были подробно рассмотрены в главе 2.3.

Эффективность пневматической флотации, как правило, не превышает эффективности механических флотационных машин ввиду близости дисперсного состава получаемой на них водовоздушной смеси.

Сущность процесса электрофлотации заключается в образовании пузырьков газа при пропускании через слой воды электрического тока. В процессе электролиза воды на катоде выделяется водород, а на аноде — кислород. Основную роль в процессе флотации играют пузырьки водорода, выделяющегося на катоде. Размер пузырьков, отрывающихся от электродов зависит от величины плотности тока, конструкции электродной системы, наличия ПАВ в обрабатываемой воде.

Хотя электрофлотация является эффективным методом, позволяющим получить тонкодисперсную газожидкостную смесь, в последнее время она все реже используется в практике водоочистки ввиду высоких энергозатрат, необходимых для проведения электролиза воды.

Наибольшее распространение в технологиях очистки воды, содержащей мелкие дисперсные частицы, получил метод флотации с выделением воздуха из пересыщенного раствора жидкости, поскольку он не требует значительных энергозатрат и позволяет получить самые мелкие пузырьки воздуха. Флотация с выделением воздуха из раствора технологически возможна следующими путями:

1) При снижении давления над жидкостью насыщенной воздухом при атмосферном давлении до давления 30–40 КПа. Этот способ получил название вакуумной флотации.

2) Предварительного насыщения воды воздухом при избыточном давлении (300–600 КПа) с последующим его снижением до атмосферного. Этот способ получил название компрессионной флотации.

Разновидностью компрессионной флотации является способ эрлифтной флотации. В процессе эрлифтной флотации в колонне высотой 20–30 м создается нисходяще-восходящий поток жидкости. В нисходящий поток жидкости, находящийся под гидростатическим давлением через диспергирующее устройство, расположенное у дна колонны подается сжатый воздух. В процессе противоточной аэрации вода насыщается воздухом. Поднимаясь вверх в результате снижения давления, поток обогащается микропузырьками воздуха, выделяющимися из раствора.

Наиболее простыми и удобными в эксплуатации являются напорные флотационные установки с дросселированием избыточного давления.

Процесс напорной флотации с дросселированием предварительно насыщенной при избыточном давлении жидкости может быть реализован по пяти технологическим схемам (рис.1).

1. Прямоточная, с насыщением воздухом и дросселированием всего расхода очищаемой жидкости (рис.1а).
2. Прямоточная, с насыщением воздухом и дросселированием части расхода очищаемой воды с последующим смешением с основным потоком исходной воды (рис.1б).
3. Прямоточная, с насыщением воздухом части расхода очищаемой воды с последующим смешением с основным потоком исходной воды под давлением насыщения и дросселированием смеси (рис.1в).
4. Циркуляционная, с насыщением воздухом и дросселированием части расхода очищенной во флотаторе воды (рециркуляционного расхода), с последующим смешением газожидкостной смеси с основным потоком исходной воды (рис.1г).
5. Циркуляционная, с насыщением воздухом части расхода очищенной во флотаторе воды с последующим смешением с потоком исходной воды под давлением насыщения и дросселирования смеси (рис.1д).

Существующие математические модели можно условно подразделить на три группы:

- 1) экспериментально-математические модели (эмпирические), в которых количественные оценки взаимосвязей между основными элементами производятся путем аппроксимирования полученных экспериментальных данных;
- 2) полуэмпирические модели — предусматривают выведение критериальных комплексов с использованием методов теории подобия (Пи-теоремы) и описание с их помощью исследуемых процессов;
- 3) теоретические модели, детерминированные (портретные) — базируются на фундаментальных закономерностях существенных, устойчивых и неслучайных связях между свойствами материальных объектов.

Модели первого типа дают наиболее точные результаты только в узких границах значений параметров, соответствующих условиям проведения исходных экспериментов. Модели второго типа обладают большей универсальностью. Наиболее точными прогнозирующими свойствами, позволяющими исследовать особенности изучаемой системы и широким диапазоном изменений ее параметров, обладают модели третьего типа.

Теоретические математические модели принято подразделять на следующие группы:

- 1) модели, полученные с использованием термодинамического подхода;
- 2) модели, полученные с использованием кинетического подхода.

Термодинамический подход позволяет оценить вероятность перехода системы из одного состояния в другое, используя понятие изменения ее внутренней энергии. Кинетический подход в отличие от термодинамического предполагает и изучение скорости процесса перехода (количественных и качественных характеристик процесса в момент пе-

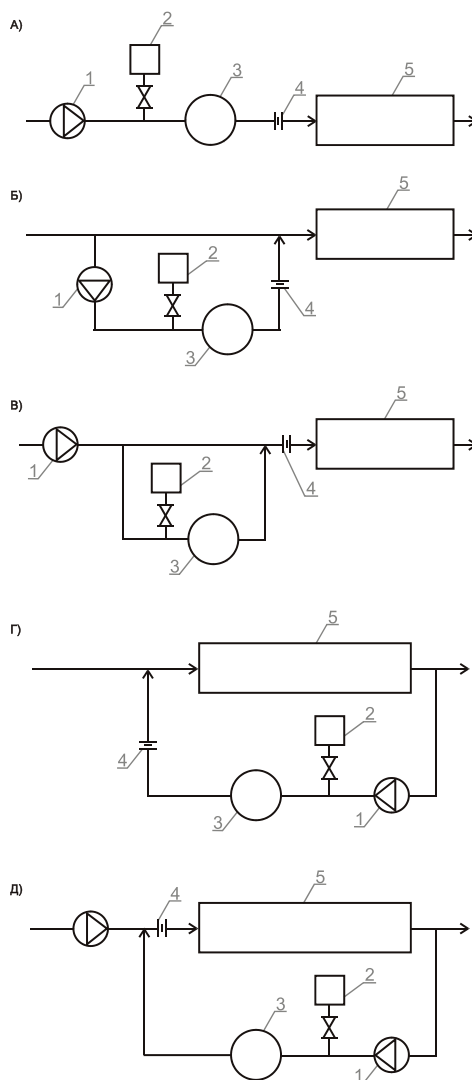


Рис. 1. Технические схемы напорных флотационных установок с дросселированием раствора пересыщенной жидкости: 1 — насос; 2 — компрессор; 3 — сатуратор; 4 — дросселирующее устройство; 5 — флотатор

рехода системы из одного состояния в другое). Рассмотрим применение различных моделей для описания процесса флотационной очистки природных и сточных вод.

Первыми теоретическими моделями, описывающими процесс флотации, являлись модели, полученные с использованием термодинамического подхода.

Были выделены два основных направления. Первое направление (контактное) исходит из термодинамического анализа прилипания частиц к пузырькам газа на основе общих положений теории смачивания и предполагает устойчивость системы частица-пузырек только при условии образования трехфазного периметра смачивания — места соприкосновения жидкости, газа и поверхности частицы.

В элементарном акте флотации по механизму столкновения, под которым понимается взаимодействие единичной частицы с единичным пузырьком, были выделены две основные стадии процесса: сближения поверхности частицы с пузырьком и закрепления частицы на пузырьке [2, 3].

Вероятность закрепления частицы определяется вероятностями прилипания и сохранения частицы на пузырьке.

В результате действия силы тяжести либо инерционных сил может произойти отрыв частицы от поверхности пузырька. Эти силы пропорциональны кубу линейных размеров частицы (объему), т.е. достаточно велики для крупных частиц и малы для мелких.

Для сравнения можно указать, что силы отрыва при размере частиц 100 мкм в миллион раз больше, чем для частиц размером 1 мкм. По этой причине закрепление крупных частиц на пузырьке возможно лишь с помощью формирующегося в месте контакта трехфазного периметра смачивания, который может сопротивляться большим отрывным силам.

Закономерности такой контактной флотации описаны в литературе по флотационному обогащению полезных ископаемых [4].

Второе направление (бесконтактное) рассматривает процессы флотации мелких частиц, при которых силы отрыва уравновешены поверхностными силами. В этом случае не формируется трехфазный периметр, так как краевой угол смачивания может оказаться второстепенным фактором, а главные значения приобретают поверхностные силы: молекулярные силы притяжения и электростатические силы взаимодействия двойных слоев частицы и пузырька, которые чаще всего имеют один и тот же отрицательный заряд.

В связи с этим особенности и теоретические положения процесса флотации мелких частиц представляют практический интерес.

Теоретические основы флотации мелких частиц активно разрабатывались Дерягиным Б. В. и представителями его научной школы [2,3].

В основе всех термодинамических моделей лежит предположение, в соответствии с которым при прилипании частицы к пузырьку газа образуется флотоагрегат, свободная энергия которого меньше, чем у исходной системы [5, 6].

Суммарная энергия исходной системы, Дж:

$$W_1 = S_{ж-г} \sigma_{ж-г} + S_{ж-ч} \sigma_{ж-ч}, \quad (1)$$

где $\bar{S}_{ж-г}$ и $\bar{S}_{ж-ч}$ — площадь поверхности раздела соответственно: газ-жидкость и жидкость — флотируемая частица, м²;

$\sigma_{ж-г}$ $\sigma_{ж-ч}$ — коэффициенты поверхностного натяжения на границе раздела фаз соответственно: газ-жидкость; жидкость-частица, $\frac{Дж}{м^2}$.

При образовании единичной площади контакта частицы с пузырьком свободная энергия системы

$$W_2 = (S_{ж-г} - 1)\sigma_{ж-г} + \sigma_{ч-г} + (S_{ж-ч} - 1)\sigma_{ж-ч}, \quad (2)$$

где $\sigma_{ч-г}$ — коэффициент поверхностного натяжения на границе частица-газ, $\frac{Дж}{м^2}$.

Уменьшение свободной энергии системы составляет

$$\Delta W = W_1 - W_2 = \sigma_{ж-г} + \sigma_{ж-ч} - \sigma_{ч-г}. \quad (3)$$

В соответствии со вторым законом Лапласа

$$\sigma_{г-а} - \sigma_{е-а} = \sigma_{е-а} \cos \theta.$$

Тогда для единичной площади контакта пузырька и частицы уменьшение свободной энергии системы составит

$$\Delta W = \sigma_{ж-г} (1 - \cos \theta), \quad (4)$$

где θ — краевой угол смачивания.

Таким образом, в результате образования агрегата «пузырек-частица» происходит уменьшение свободной энергии системы, значение которой пропорционально поверхности контакта частиц и пузырьков, поверхностному натяжению на границе газ-жидкость и краевому углу смачивания. Величину $(1 - \cos \theta)$ принято называть мерой флотируемости частиц.

Флотируемость зависит также и от характера частиц. Например, гидрофильные гидроокиси металлов имеют очень малый краевой угол смачивания, однако они образуют хлопья, в которые проникают пузырьки газа, в результате чего оказывается возможной их флотация с высокой эффективностью без применения специальных реагентов. В работах [7–9] приведены практические примеры реализации такого подхода.

Из формулы (4) следует, что при постоянном $\sigma_{ж-г}$ с повышением θ будет увеличиваться ΔW , а, следовательно, и устойчивость флотокомплекса «частица-пузырек».

В исследованиях Н. Н. Рулева [3] рассматривается капиллярная теория флотации. Приводятся исследования условия формирования трехфазного периметра смачивания с учетом его линейного натяжения. Анализ полученных данных привел Н. Н. Рулева к выводу о том, что на сферической частице трехфазный периметр может сформироваться только в том случае, если его радиус r превосходит некоторое критическое значение r_c , определяемое по формуле:

$$r_c = \left[1 + \frac{r_{\pm}^2 \sigma^2}{K^2} (\cos \theta_2 - \cos \theta)^2 \right]^{-\frac{1}{2}} \cdot R, \quad (5)$$

где r_c — радиус частицы, м;

σ — коэффициент поверхностного натяжения границы раздела фаз жидкость-газ, $\frac{Дж}{м^2}$;

K — коэффициент линейного натяжения трехфазного периметра, $\frac{Дж}{м^2}$;

θ_2 и θ — соответственно углы смачивания искривленной и плоской поверхности частицы.

Основной результат, полученный Н. Н. Рулевым, состоит в том, что отличное от нуля значение угла смачивания θ еще не гарантирует возможность прилипания, как это можно было бы заключить на основе формулы (4), т.е. учет кривизны частицы и линейного натяжения трехфазного периметра приводит к качественно иным выводам.

Более глубокий анализ результатов, полученных с использованием термодинамического подхода, показывает серьезные их расхождения с экспериментальными данными. Хотя устойчивость флотационного процесса и свидетельствует о конечном понижении свободной энергии системы «частица-пузырек» при переходе в связанное состояние, что в общем оправдывает использование термодинамического анализа путем сопоставления величин конечной и начальной свободных энергий, тем не менее с точки зрения кинетики процесса можно прийти к выводу, что в большинстве случаев самопроизвольному акту слипания должно предшествовать преодоление энергетического барьера под действием внешних сил. Изучая только направление и результат процесса, термодинамика не рассматривает такие важные вопросы, как механизм и скорость протекания процесса. Таким образом, только сочетание термодинамического и кинетических методов может дать достаточно полную информацию о флотационном процессе.

Тот факт, что термодинамический метод первоначально доминировал в теории флотации, объясняется, прежде всего, разрывом, который существовал между теорией и практикой. Простота и универсальность этого метода, позволяющие легко решать такой важный вопрос, как возможность существования устойчивой системы «частица-пузырек», сделали его незаменимым в описании флотационных процессов, используемых в обогащательной промышленности, которые требуют избирательного извлечения сравнительно крупных частиц (более 10 мкм).

Для крупных частиц стадия сближения с пузырьком воздуха облегчена их инерционностью, и кинетика этого процесса может остаться не рассмотренной.

Выводы

Проведенный теоретический анализ термодинамических моделей флотационных процессов извлечения примесей показал следующее:

— термодинамические модели могут эффективно описывать флотационные процессы извлечения инерционных дисперсных частиц, $d > 10$ мкм и успешно используются при описании и изучении процессов обогащения в горнорудной промышленности;

— для описания процессов флотационного извлечения при очистки безынерционных, дисперсных частиц, необходимо использовать кинетические модели.

Литература:

1. Самарский, А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры // — М.: ФИЗМАТЛИТ. — 2002. — с. 320.
2. Дерягин, Б. В. Теоретические основы и контроль процессов флотации [Текст] / Б. В. Дерягин, С. С. Духин, Н. Н. Рулев. — М.: Недра. — 1980.
3. Рулев, Н. Н. Кинетика флотации мелких частиц коллективом пузырьков [Текст] / Н. Н. Рулев, Б. В. Дерягин, С. С. Духин // Коллоидный журнал. — 1977. — т. 39. — № 1.
4. Чантурия, В. А. Химия поверхностных явлений при флотации [Текст] / В. А. Чантурия, Р. Ш. Шафеев. — М.: Недра. — 1977.
5. Дерягин, Б. В. Микрофлотация [Текст] / С. С. Духин, Н. Н. Рулев. — М.: Химия. — 1986.
6. Рулев, Н. Н. Теория флотации мелких частиц и флотационной водоочистки [Текст] / Н. Н. Рулев // Дис. канд. хим. наук. — Киев. — 1977.
7. Андреев, С. Ю., Гришин Б. М. Новая технология безреагентной флотационной очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты // Региональная архитектура и строительство — Пенза: — 2011. — № 1, — с. 36–42.
8. Гришин, Б. М., Андреев С. Ю., Камбург В. Г. Теоретические и экспериментальные исследования флотационной очистки нефтесодержащих производственных сточных вод с применением вихревых смесительных устройств // Региональная архитектура и строительство — Пенза: — 2012. — № 1. — с. 11–16.
9. Андреев, С. Ю., Камбург В. Г., Петрунин А. А., Князев В. В., Давыдов Г. П. Математическое моделирование кинетики процессов массопередачи из всплывающих газовых пузырьков в технологиях очистки сточных вод // Региональная архитектура и строительство — Пенза: — 2013. — № 3. — с. 134–139.

Определение оптимальных режимов активации бентонитовых глин месторождения Навбахор для осветления растительных масел

Байжанов Ислон Ражаббоевич, кандидат технических наук, доцент;
Курамбаев Шерзод Раимбергенович, кандидат технических наук, доцент
Ургенчский государственный университет (Узбекистан)

Болтаев Умид Сотимбоевич, кандидат технических наук, *начальник отдела*
ОАО «Ургенч Ёг-мой» (Узбекистан)

Ачилова Санобар Собирбоевна, **магистрант**;
Байжанов Нодир Илхомович, студент;
Курызов Зариф Раматович, магистр
Ургенчский государственный университет (Узбекистан)

В статье приведены оптимальные режимы активации местных бентонитовых глин и результаты осветления хлопковых масел в ОАО «Ургенч Ёг-мой» активированными адсорбентами.

Ключевые слова: адсорбент, бентонит, растительные масла, осветление, активация, красная единица, пигмент, сорбция.

The paper presents the optimal modes of activation of bentonite clays and local results lightening cotton oils in Urgench Yog-activated mine of adsorbents

Keywords: adsorbent, bentonite, vegetable oils, lighting, activation, red unit, pigment, sorption

В соответствии с концепцией здорового питания, необходимо увеличивать потребление разнообразных растительных жиров и масел. Эти масла богаты витаминами, антиоксидантами и другими природными соединениями, обеспечивающими сопротивляемость организма человека при неблагоприятных условиях. Известно что, растительные масла могут явиться источником вредных соединений. Накопление вредных веществ, в первую очередь ионов тяжелых металлов и продуктов окисления в жирах, повышает риск возникновения различных заболеваний, а также снижает сроки годности продукции. Связи с этим нами проведены научно-исследовательские испытания по очистке хлопкового масла местными адсорбентами и получены следующие результаты.

Для определения оптимальных параметров активации на технических весах взвешены по 100 г щелочных и щелочено — земельных бентонитов Навбахора, образцы размерами 2–3 см высушивались в лабораторных сушильных шкафах при разных температурах (в диапазоне 400°C) и при разных продолжительностях (в диапазоне 2 часа). После для определения воздействия степени дисперсности на сорбционные свойства образцов адсорбента взяты образцы полученные просеиванием в сите № 0056 (1000 дыр/см²) с образованием 0,5–50% остатка.

Изучение воздействия термической активации на сорбционные свойства адсорбента имеет инновационный характер, исходя из этого свойства адсорбентов были изучены в центральной лаборатории ОАО «Ургенч ёг-мой» для осветления хлопковых масел [1].

Осветление хлопкового масла проводили по традиционной методике [2] при 100°C в водяной бане в течении 30 минут при непрерывном перемешивание. Во всех опытах

по определению сорбционных свойств адсорбентов, в рафинационном цехе ОАО «Ургенч ёг-мой», использовали по 10 литров нейтрализованного щелочью, промытого водой и высушенного хлопкового масла (при разной начальной цветности).

В таблице 1 приведены данные о влиянии термической активации на щелочные и щелочно-земельные бентониты Навбахор, изученные при 10 красных единицах хлопкового масла.

Как видно из 1 таблицы, адсорбционные свойства щелочных бентонитов Навбахор значительно увеличиваются при термической активации, при этом оптимальными являются температура сушки — 190–210°C, продолжительность сушки — 2 часов. Также из этой таблицы видно, что термическая активация щелочно-земельного бентонита Навбахор незначительно влияет на адсорбционные свойства.

При определении оптимальных режимов сушки с щелочным бентонитом Навбахор, наилучшие осветляющие свойства, получены при сушке в течении 2 часов, интервале температур — 190–210°C.

Образец просеивали в различных ситах с интервалами — 3600 дыр/см², 6000 дыр/см² и 10000 дыр/см² — до конечного остатка 0,5% после чего, проводились исследования для сравнения осветляющих свойств хлопкового масла цветностью 10 красных единиц. При этом в образце просеянном в сите с 3600 дыр/см² (количество 1%) цветность хлопкового масла снизилось до 9,5, а в сите 6000 дыр/см² (количество 1%) цветность снизилось до 9,0.

Принимая во внимание высокие адсорбционные свойства фракций меньше 0,001 мм [3] и то, что они увеличи-

Таблица 1. Влияние термической активации на адсорбционные свойства щелочных и щелочно-земельных бентонитов Навбахор

Продолжительность термической активации, (час)	Температура активации, °С					
	110	150	190	230	270	310
	Цветность хлопкового масла осветленного 1% щелочным бентонитом Навбахор, красная единица					
1	9,8	9,5	9,0	9,1	9,4	9,5
2	9,5	9,2	8,5	9,3	9,6	9,7
3	9,6	9,1	8,5	9,4	9,7	9,8
4	9,5	9,0	8,5	9,5	9,9	9,9
	Цветность хлопкового масла осветленного 1% щелочно-земельным бентонитом Навбахора, красная единица					
1	9,9	9,8	9,7	9,6	9,7	9,8
2	9,8	9,7	9,5	9,7	9,8	9,8
3	9,8	9,6	9,5	9,8	9,8	9,9
4	9,7	9,5	9,5	9,8	9,9	10,0

вают время фильтрации в 1,5 раза, принятая оптимальная степень дисперсности составила 0,5–25% остатка при просеивании через сита 10000 дыр/см².

Вместе с тем, исследована зависимость степени осветления хлопкового масла с цветностью 10 красных единиц от продолжительности смешивания при постоянной температуре (100°С) с щелочным бентонитом Навбахор термически обработанного при оптимальных условиях. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2 оптимальным временем смешивания является 30 минут. Кроме того, разные образцы щелочного бентонита Навбахора термически активированного при оптимальных условиях использовали для осветления разных масел при различной времени смешивания. Результаты приведены в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, множественные серии испытаний проведенные по осветлению хлопкового масла разного уровня начальной цветности термически активированным щелочным бентонитом Навбахора, показывают что степень осветления будет меняться в зависимости от начальной цветности.

Исходя из вышесказанного можно заключить, что для осветления масел имеющих высокую цветность, эффективным будет использование адсорбента обработанного выше приведенным способом в количестве 1%. Здесь за счет уменьшения количества щелочи для рафинации можно повысить цветность (до 12–15 красных единиц), а также уменьшить затраты при осветлении масел смешиванием дорогого импортного адсорбента для осветления с данным дешевым адсорбентом.

Таблица 2. Влияние времени смешивания термически обработанного щелочного бентонита Навбахора на степень осветления хлопкового масла

Время смешивания, минут	15	30	45	60	90
Цветность, в красных единицах	8,9	8,5	8,6	8,9	9,1

Таблица 3. Показатели осветления хлопковых масел разного сезона термически активированными щелочными бентонитами Навбахора

Цветность исходного масла, в карсных и синих единицах (время проведения осветления)	Количество опытного адсорбента, %			Количество американского адсорбента марки «Pure-Flo Supreme B81», %	
	1	2	3	1	2
	Цветность осветленного хлопкового масла, в синих и красных единицах				
23 и 2, (2011 июль)	13 и 1	12 и 1	12 и 1	12,0	7,5
14 и 1, (2011 сентябрь)	12	11	11	10	7
10, (2011 июнь)	8,5	8,0	8,0	7,0	5,0
9, (2011 октябрь)	4,5	4,0	4,0	3,5	3,0
28 и 3, (2012 май)	19 и 1	17 и 1	-	18 и 0,5	16 и 0,5

Кроме того, адсорбент полученный термической активацией щелочного бентонита Навбахора плохо осветляет масла полученные из долго хранившихся семян хлопчатника (за счет повышения кислотности под воздействием влаги и тепла, за счет образования новых производных ядовитых веществ в составе семян). Здесь следует подчеркнуть, что осветление этим адсорбентом масла полученного из семян нового хлопчатника в 2011 году показали хорошие значения (3 таблица). Использование 1% ного адсорбента понизил начальную цветность в 9 к.е. до 4,5 к.е., в то же время импортный адсорбент (Америка) понизил этот показатель до 3,5 к.е..

Исходя из вышесказанного можно заключить, термической активацией при оптимальных условиях из щелочного бентонита Навбахора можно получить сорбент с достаточно хорошими адсорбционными свойствами. Но степень осветления растительных масел этим сорбентом на порядок меньше чем у сорбентов полученных традиционными способами обработкой кислотой. Вместе с тем, лабораторные испытания проведенные с растительными маслами дали возможность определения оптимальных составов и количеств, необходимых для смешивания с импортными адсорбентами, что приведет к определенным экономическим доходам. На основании этого мы считаем, что щелочной бентонит Навбахора не нуждается в кислотной обработке.

Литература:

1. Бойжанов, И. Р., Болтаев У. С., Рузибаев Д., Юсупов Ж., Аекеев Х. Д. «Импортозамещающий адсорбент на основе местного сырья для отбелики масложировой продукции». Тезисы межд. конф. «Инновация-2011». Ташкент. 2011. Октябрь.
2. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю учёту производства в масложировой промышленности. Том 6, вып.2, Л., ВНИИЖ. 1974 г. «Пробное отбеливание растительных масел», стр. 99–107.
3. Овчаренко, Ф. Д., Ничипоренко С. П., Круглицкий Н. Н., Третинник В. Ю. Исследования в области физико-химической механики дисперсных глинистых минералов. Киев «Наукова думка», 1965. 178 с.

Общая методика исследования деформаций автомобильной шины с применением фотограмметрии

Балакина Екатерина Викторовна, доктор технических наук, профессор;
Зотов Николай Михайлович, кандидат технических наук, доцент;
Дюютов Вячеслав Анатольевич, студент
Волгоградский государственный технический университет

В процессе эксплуатации шина транспортного средства подвергается действию различных сил и моментов, величины которых зависят от конструкции шины и режимов движения. При качении колеса по твердой поверхности шина деформируется. При входе в контакт она деформируется и прогибается, а при выходе из контакта — восстанавливает свою первоначальную форму [3].

Под действием нормальной нагрузки деформируются все элементы шины. В разных точках окружности эта деформация имеет разную величину. Если по горизонтальной поверхности качение колеса отсутствует, то деформация шины по окружности симметрична относительно плоскости, проходящей через ось колеса.

При приложении к колесу крутящего момента происходит крутильность деформирование боковин и протектора шины. В результате обод колеса поворачивается на некоторый угол относительно неподвижного контакта, что приводит к несимметричной эпюре деформаций относительно вертикальной плоскости, проходящей через ось колеса. Податливость шины в окружном направлении характеризуется коэффициентом крутильной жесткости,

который представляет собой первую производную подвешенного к колесу крутящего или тормозящего момента по углу закрутки колеса.

Под действием приложения к колесу продольных сил со стороны оси, шина деформируется в продольном направлении. Момент воспринимается реактивным моментом, действующим на шину со стороны дороги. Под действием указанных моментов шина получает деформацию, как в области контакта, так и вне его.

Применения фотограмметрии в исследовании деформации колеса автомобиля возможно при изучении шины, с целью определения её поведение во времени при заданных внешних воздействиях.

Фотограмметрия — это научно-техническая область, занимающаяся определением таких характеристик объектов как их форма, размеры, положение в пространстве и т.д. по их фотографическим изображениям. [1,2,4,5]

Как известно, принцип действия цифровой фотокамеры состоит в следующем. Пучок лучей света от объекта съемки, проходя через линзу (или систему линз) объектива и диафрагму, попадает на матрицу ПЗС (преобра-

зователь «свет-сигнал»). Матрица ПЗС представляет собой прямоугольную матрицу из светочувствительных элементов. Луч света, попадая на чувствительный элемент, преобразуется в аналоговый электрический сигнал. Аналоговые сигналы от ПЗС преобразуются в цифровые, которые обрабатываются и записываются в память. Преобразование сигналов в цифровую форму производится с помощью аналого-цифрового преобразователя. [4]

В настоящее время для выполнения фотограмметрических съемок созданы цифровые камеры. В этих камерах, как правило, объектив и светоприемная матрица жестко укреплены на корпусе камеры, обеспечивая, таким образом, постоянство элементов внутреннего ориентирования камеры. Элементы внутреннего ориентирования этих камер, включая параметры фотограмметрического искривления объектов, искажения линий, появляющиеся в процессе формирования изображений, определяют на заводе-изготовителе. [4] Помимо метрических камер, для фотограмметрических работ можно использовать любительские и профессиональные цифровые съемочные камеры. Кроме того, во всех съемочных камерах имеются параметры фотограмметрической дисторсии объектива.

Фотограмметрические методы наиболее экономичны и производительны при большом количестве определяемых точек на сооружении. Определение координат точек сооружения через заданные временные интервалы с помощью снимков, выполненных с одной станции, позволяет исследовать высотное сооружение как в статистическом, так и в динамическом состоянии.

Дисторсия — это погрешность изображения в оптических системах, при которой нарушается геометрическое подобие между объектом и его изображением; одна из aberrаций оптических систем. Дисторсия особенно вредна в фотографических объективах, применяемых в геодезии или фотограмметрии. Для хороших фотообъективов дисторсия близка к 0,5%.

Точность определения координат точек зависит от разрешающей способности фотокамеры, условий съемки, расстояния до определяемого объекта, точности измерений на снимках. Современные фотограмметрические приборы позволяют выполнять измерения на снимках с погрешностью 0,001–0,02 мм. Путем фотографирования объекта с разных расстояний позволило определить реальную точность измерения смещений. При расстояниях от 0,5 до 1,5 м величина определения колебалась от 0,01 до 0,025 мм. [2]

В данной работе предложена методика исследования динамики деформации автомобильной шины с применением фотограмметрии и цифровых способов обработки изображения.

Целью исследования деформаций шины автомобиля является выяснение видов и величин деформации шины, а также их изменение во времени при заданных внешних воздействиях.

Исследование проводилось на созданной авторами установке, изображенной на рисунке 1.

В способе определения силовых факторов, действующих на колесо транспортного средства, включающем соединение ступицы 1 и обода 2 колеса 3 с балками 12, из-

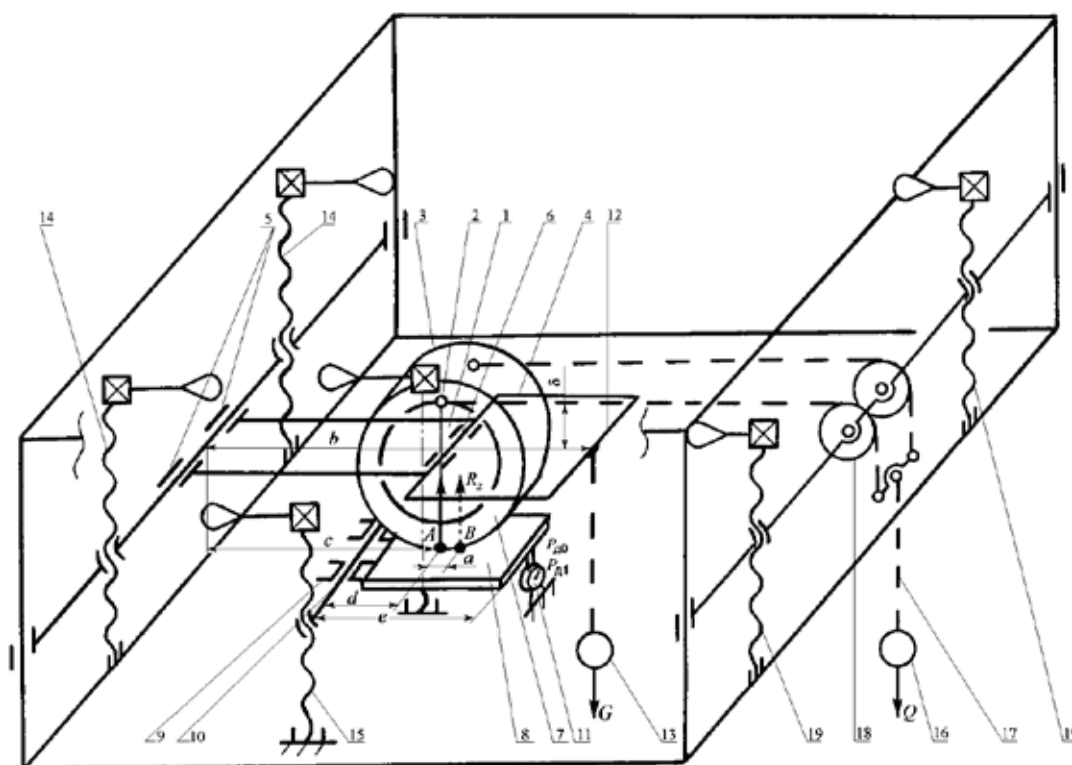


Рис. 1. Схема установки

мерение величин, связанных с силовыми факторами и вычисление сил и моментов, действующих на ступицу 1, при котором вычисляют связанные с действующими силовыми факторами перемещения контактной точки, лежащей на радиусе окружности с центром, совпадающим с геометрическим центром колеса 3, ступица 1 колеса 3 шарнирно установлена на односторонне закрепленную в шарнирах 5 горизонтальную раму 4 с горизонтальным расположением оси 6 колеса 3, на балки 12 которой воздействуют радиальным нагружающим силовым фактором, создающим радиальную нагрузку в плоскости вращения колеса 3, проходящую через геометрический центр колеса 3, причем горизонтальная рама 4 параллельна поворотной измерительной опорной площадке 8, ось поворота 10 которой установлена в шарнирах 9 и всегда параллельна оси 6 колеса 3, взаимодействующей с шиной 7 колеса 3 и создающей грузом 13 в контактной точке нормальную реакцию опорной поверхности, пропорциональную радиальному нагружающему силовому фактору при отсутствии другого силового фактора, которую вычисляют из первичных показаний датчика 11 силовых воздействий измерительной опорной площадки 8, и не параллельна поворотной измерительной опорной площадке 8 при наличии дополнительного крутильного нагружающего силового фактора в плоскости вращения колеса 3, воздействующего грузом 16 через гибкие тяги 17 и блоки 18 с подъемными устройствами 19 на обод 2 колеса 3 и вызывающего перемещение в горизонтальной плоскости, перпендикулярно оси 6 колеса 3, контактной точки приложения нормальной реакции опорной поверхности, пропорциональное дополнительному крутильному нагружающему силовому фактору, которое вычисляют из вторичных показаний датчика 11 силовых воздействий измерительной опорной площадки 8. При этом горизонтальная рама имеет возможность регулирования пространственного положения оси 6 вращения колеса 3 с помощью подъемных устройств 14,

а измерительная опорная площадка 8 имеет возможность регулирования своего пространственного положения с помощью подъемных устройств 15.

Методика исследования деформации шины автомобиля с применением фотограмметрии заключатся в следующем. Для начала необходимо каким-либо способом нанести радиальную и кольцевую контрастную разметку на испытуемое колесо, затем расположить фотокамеру на требуемое расстояние от исследуемой части шины. Далее требуется сфотографировать шину автомобиля в ненагруженном состоянии. Затем при заданных внешних воздействиях, вызывающих соответствующие деформации шины, необходимо сделать серию снимков, отображающих конкретные ситуации нагружения шины. Это позволяет обработать фотографии в компьютере с помощью программного обеспечения «ImageJ». [5] Под обработкой подразумевается измерение количества пикселей между делениями разметки в ненагруженном и в нагруженном состояниях, с дальнейшим переводом их разницу в единицы длины. Это позволит изобразить сетку деформаций шины.

ImageJ — это программа с открытым исходным кодом для анализа и обработки изображений, написана на языке Java сотрудниками National Institutes of Health и распространяемая без лицензионных ограничений как общественное достояние. Это программа позволяет гибко наращивать функциональность за счёт подключаемых плагинов, а встроенный макроязык — автоматизировать сложные повторяющиеся действия. ImageJ широко применяется в биомедицинских исследованиях, астрономии, географии и других дисциплинах, связанных с анализом изображений [5].

Построение по результатам исследования сетки деформаций шины позволит выяснить их виды, величины и динамику изменения при различных видах нагружения шины.

Литература:

1. Лобанов, А. Н., Буров М. И., Краснопевцев Б. В. Фотограмметрия: Учебник для вузов. — М.: Недра, 1987. — 309 с.
2. Лобов, М. И., Переварюха А. Н., Чирва А. С. Применение наземной фотограмметрии и лазерного сканирования для исследования динамического состояния мачтовых сооружений // Вестник. — 2010. — с. 111–116.
3. Кнороз, В. И., Кленников Е. В. Работа автомобильной шины. — М., «Транспорт», 1976. 238 с.
4. Шикин, Е. В., Боресков А. В. Компьютерная графика. Полигональные модели. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. — 464 с.
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/ImageJ>

Напряженно-деформированное состояние пологих и подъемистых конических оболочек с учетом влияния краевого эффекта

Бердиев Облокул Бобокулович, кандидат технических наук, доцент;
 Матниязов Бакдурди Ибрагимович, кандидат технических наук, доцент;
 Парсаева Нодира Журьатовна, старший преподаватель;
 Бердиев Одилжон Облокулович, ассистент
 Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

Рассматривается тонкостенная коническая оболочка, у которой отношение толщины h к радиусу кривизны средней поверхности R_2 удовлетворяет условию $h < R_2/20$, а отношение диаметра контура к стреле подъема купола f/d не превышает $1/10$. [1, с 43].

Предполагается, что оболочка перемещается только вследствие деформаций сжатия, происходящих лишь в одном меридиональном направлении «рис. 1».. Отрезок меридиана длиной ds после деформирования купола займет новое положение. При этом считается, что деформации в кольцевом направлении отсутствуют.

Проводится линия, изображающая положение меридиана, занятого им после деформирования. Очевидно, что этот участок представляет линейную меридиональную деформацию ϵ_1 отрезка ds . Величина θ_1 является угловым перемещением отрезка ds . Учитывается, что угол между осью симметрии и радиусом R_2 равен углу φ

$$\theta_1 = \epsilon_1 \operatorname{ctg} \varphi. \tag{1}$$

Угловое перемещение считается положительным по ходу часовой стрелки. Далее предполагается, что оболочка перемещается вследствие только кольцевой деформации сжатия «рис 1», при этом длина меридиана остается неизменной. Отрезок длиной ds после деформирования оболочки займет положение ds' . Проводится линия параллельно положению меридиана, занятому им после деформирования.

Длина кольцевого сечения ℓ до деформации равна $2\pi r$, а после деформации $\ell - \Delta\ell = \ell - \epsilon_2 \ell = 2\pi(r - \epsilon_2 r)$, где ϵ_2 — относительное кольцевое удлинение.

С другой стороны, соотношение между длинами кольца и радиуса после деформирования $\ell - \Delta\ell = 2\pi(r - ia')$,

где ia' — радиальное перемещение точки.

Из сравнения полученных выражений находится

$$ia' = \epsilon_2 r = \epsilon_2 R_2 \sin \varphi. \tag{2}$$

Приращение радиального перемещения на уровне кольцевого сечения, учитывая равенство (2), равно

$$fk = d(\epsilon_2 R_2 \sin \varphi). \tag{3}$$

Выразим угловое меридиональное перемещение (против хода часовой стрелки) $\theta_2 = -\frac{w_2}{ds}$. \tag{4}

Учтем в этом равенстве выражение (3) и (4)

$$\theta_2 = -\frac{d(\epsilon_2 \cdot R_2 \sin \varphi)}{ds \sin \varphi}. \tag{5}$$

С учетом (1) и (5) полная величина углового меридионального перемещения

$$\theta = \theta_1 + \theta_2 = \frac{N_1}{Eh} \operatorname{ctg} \varphi - \frac{d(N_2 R_2 \sin \varphi)}{\sin \varphi ds Eh}. \tag{6}$$

Уравнения равновесия сил в нормали при подстановке в них значений φ и кривизны деформированной оболочки

$\frac{1}{R^\infty} = \frac{d\varphi}{ds}$, $\frac{1}{R_2} = \frac{\sin \varphi}{r}$, принимают следующий вид

$$\begin{cases} -N_1 \sin \varphi - Q \cos \varphi = \frac{V(s)}{2\pi r}, \\ \frac{1}{r} \cdot \frac{d}{ds}(Qr) - N_1 \frac{d\varphi}{ds} - N_2 \frac{\sin \varphi}{r} - q_n = 0, \\ \frac{1}{r} \cdot \frac{d}{ds}(M_1 r) - M_2 \frac{\cos \varphi}{r} - Q = 0, \end{cases} \tag{7}$$

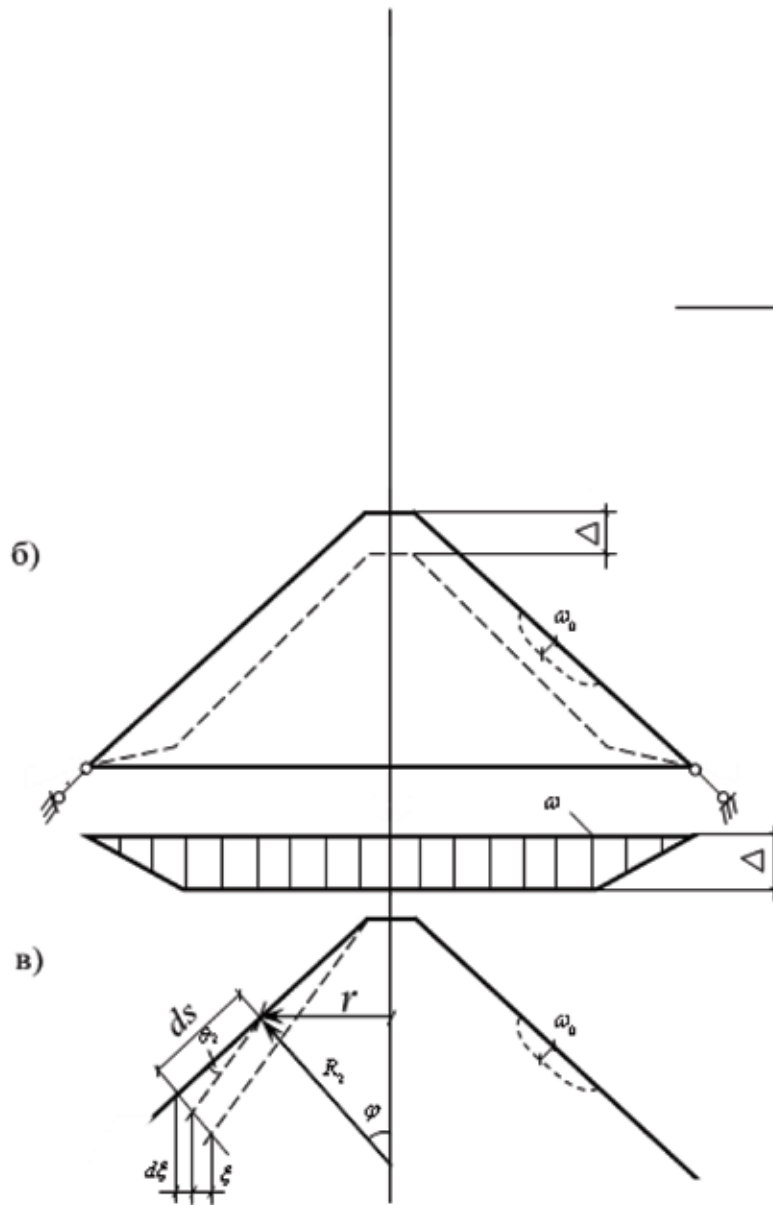


Рис. 1. К определению угловых перемещений оболочки вследствие её деформирования: а, б — в меридиональном направлении при деформируемых и недеформируемых опорных контурах; в-в кольцевом направлении, ω_0 — начальный прогиб

где $V(s) = \int_0^s q 2\pi r ds$ — суммарная осевая нагрузка на часть деформированной оболочки радиуса r ; q_1 , q_n и

$q_r = q_1 \cos \varphi + q_n \sin \varphi$ — соответственно меридиональная, нормальная и радиальная нагрузки, отнесенные к единице срединной поверхности оболочек. Если с помощью третьего уравнения (7) исключить поперечную силу первого и второго уравнений (7), то получается два уравнения равновесия, включающего четыре неизвестных силовых фактора (N_1 , N_2 , M_1 и M_2)

$$\begin{aligned}
 & -N_1 \sin \varphi - \left(\frac{1}{r} \cdot \frac{d}{ds} \cdot (M_1 r) - M_2 \frac{\cos \varphi}{r} \right) \cos \varphi - \frac{V(s)}{2\pi r} = 0; \\
 & \frac{1}{r} \frac{d}{ds} \left[\left(\frac{d}{ds} (M_1 r) - M_2 \cos \varphi \right) \right] - N_1 \frac{d\varphi}{ds} - N_2 \frac{\sin \varphi}{r} - q_n = 0.
 \end{aligned} \tag{8}$$

Уравнения равновесия безмоментной теории получаются, если в уравнениях один и два (7) опустить полученную силу $Q=0$ или изгибающие моменты M_1 и $M_2=0$ в уравнении (8), таким образом можно получить уравнения в виде

$$-N_1 \sin \varphi - \frac{V(s)}{2\pi r} = 0, N_2 + q_n R_2 = 0. \quad (9)$$

Если учесть, что

$$R_2 = \frac{r}{\sin \varphi} = s \operatorname{ctg} \varphi; r = s \cos \varphi,$$

то при этом длина образующей s отсчитывается от вершины конуса. С учетом (9) усилия в срединной поверхности купола можно определить по выражениям

$$N_1 = -\frac{P\pi r^2}{2\pi r \cdot \sin \varphi} = -\frac{P r}{2 \sin \varphi} = -\frac{1}{2} P s \operatorname{ctg} \varphi; \\ N_2 = -q_n \cdot R_2 = -P R_2 = -P s \operatorname{ctg} \varphi. \quad (10)$$

Усилия N_1 и Q выражаются через распорную силу N_2 и известные осевые усилия $V(s)$ в сечении оболочки по формулам

$$N_1 = -\frac{V(s)}{2\pi r} \sin \varphi - N_2 \cos \varphi, \quad (11)$$

$$Q = \frac{V(s)}{2\pi r} \cos \varphi - N_2 \sin \varphi, \quad (12)$$

где $N_2 = N_1 \cos \varphi + Q \sin \varphi$.

Усилия N_2 и момент M_2 выражаются через основные неизвестные по формулам, которые легко получить из уравнений упругости

$$N_2 = \mu N_1 + Eh \varepsilon_2 = \mu N_1 + Eh \frac{\xi}{r}; \\ M_2 = \mu M_1 + \frac{Eh^3}{(12 - \mu^2)} \chi_2 = \mu M_1 + \frac{Eh^3}{12(1 - \mu^2)} \cdot \frac{\cos \varphi}{r} \theta, \quad (13)$$

здесь μ — коэффициент Пуассона определяемый по [29].

Силовые факторы (N_1 , N_2 , M_1 и M_2) выражаются с помощью уравнений упругости через деформации срединной поверхности и параметры изменения ее кривизны (ε_1 , ε_2 , χ_1 , χ_2)

$$N_1 = \frac{Eh}{1 - \mu^2} (\varepsilon_1 + \mu \varepsilon_2), N_2 = \frac{Eh}{1 - \mu^2} (\varepsilon_2 + \mu \varepsilon_1). \quad (14)$$

$$M_1 = D(\chi_1 + \mu \chi_2), M_2 = D(\chi_2 + \mu \chi_1), \quad (15)$$

где $B = \frac{Eh}{1 - \mu^2}$ и $D = \frac{Eh^3}{12(1 - \mu^2)}$ — осевая и цилиндрическая жесткость стенки оболочки

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{Eh} (N_1 - \mu N_2) = \frac{P}{2Eh} (1 - 2\mu) s \operatorname{ctg} \varphi, \\ \varepsilon_2 = \frac{1}{Eh} (N_2 - \mu N_1) = \frac{P}{2Eh} (2 - \mu) s \operatorname{ctg} \varphi. \quad (16)$$

Максимальные напряжения и деформации возникают у опорного кольца конической оболочки при $s=s_0$.

Определим радиальное перемещение деформированного купола на уровне кольцевого сечения

$$\xi = \Delta r = r \varepsilon_2 = \frac{P}{2Eh} (2 - \mu) \frac{\cos^2 \varphi}{\sin \varphi} s^2. \quad (17)$$

Угол поворота нормали (6) можно представить

$$\theta = \frac{1}{\sin \varphi} \cdot \left(\varepsilon_1 \cos \varphi - \frac{d\xi}{ds} \right) = -\frac{3}{2} \frac{P}{Eh} s \operatorname{ctg}^2 \varphi. \quad (18)$$

Вычислим параметры изменения кривизны срединной поверхности оболочки с учетом изменения угла поворота

$$\chi_1 = \frac{d\theta}{ds} = \frac{3}{2} \frac{P}{Eh} \operatorname{ctg}^2 \varphi, \chi_2 = \frac{\theta \cos \varphi}{r} = \frac{\theta}{s} = \chi_1. \quad (19)$$

Максимальные деформации, возникающие в оболочке в связи с её изгибом

$$\varepsilon_u = \pm \cdot \chi_1 \frac{h}{2} = \pm \frac{3}{4} \frac{P}{E} \operatorname{ctg}^2 \varphi. \quad (20)$$

Сопоставляя эту величину с максимальными деформациями (16), например $\varepsilon_{r \max}$, видим, что их отношение

$$\frac{\varepsilon_u}{\varepsilon_{2 \max}} = \frac{3}{2(2-\mu)} \frac{h}{s_0} \operatorname{ctg} \varphi.$$

Это показывает, что погрешность, связанная с игнорированием изгиба, существенна только для очень пологих оболочек, полная высота которых $H_0 = s_0 \sin \varphi$ имеет такой же порядок, что и толщина оболочек h (подобно круглой пластине). Для оценки напряженно-деформированного состояния пологих и подъемистых конических оболочек целесообразно применение разрешающего уравнения (11) с учетом влияния краевого эффекта конических оболочек, возникающего вблизи опорного кольца.

Литература:

1. Матниязов, Б. И., Бердиев О., Раззаков Ж. Железобетонные купола (виды, конструктивные схемы, методы расчета). Т: Фан ва технология, 2009. — 43 с.

Зависимость электропотребления от влияния различных факторов. Анализ потребления электроэнергии по ОЭС и энергосистемам 2012–2014 гг.

Биятто Елена Вениаминовна, студент;

Шарманова Галина Юрьевна, студент;

Привалихина Ксения Константиновна, студент

Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева (г. Кемерово)

Важнейшей задачей электроснабжения является удовлетворение спроса на электроэнергию. На потребление электроэнергии влияют множество факторов, поэтому их необходимо учитывать для обеспечения нормального функционирования энергетической системы.

Анализ показал, что наиболее существенными факторами, влияющими на потребление электроэнергии являются:

- режим работы предприятий;
- бытовой уклад жизни населения;
- продолжительность рабочей недели и выходных дней;
- климатические условия и т.д.

Одним из факторов, оказывающих большее влияние на электропотребление является метеорологический фактор.

К метеофакторам относят: температуру наружного воздуха, освещенность, влажность, скорость ветра. Они во многом определяют сезонные колебания и суточную неравномерность, а также нерегулярные колебания отклонения графиков потребления.

Наиболее сильное влияние на потребление оказывает температура и освещенность. Влияние температуры определяется расходом электроэнергии на отопление зданий, вентиляцию, охлаждение в холодильниках, кондиционерах. Наиболее чувствителен к температуре расход энергии в зимний, отопительный сезон, а также примыкающие к нему периоды. По существующим оценкам, около четверти расходной части энергетического баланса идет на отопительные нужды. Для энергообъединений, где ос-

ветительная нагрузка составляет значительную часть, вариации естественной освещенности оказывают влияние на нагрузку, особенно на формирование утреннего и вечернего максимумов [4].

Необходимость более точного и полного учета влияния метеофакторов при планировании и управлении режимами энергетических предприятий возрастает

— во-первых, из-за общего изменения структуры потребления — снижение доли промышленной и увеличение коммунально-бытовой и осветительной нагрузки и, как следствие, увеличение влияния метеофакторов на потребление;

— во-вторых, из-за возникновения в последние годы устойчивых аномальных отклонений метеофакторов, особенно температуры наружного воздуха.

Колебания метеофакторов вызывают резкие скачки электропотребления, заставляющие срочно вводить дополнительные генерирующие мощности со всеми сопутствующими этой ситуации проблемами — нарушениями диспетчерских графиков, внеплановым расходом топлива, снижением надежности и экономичности режимов энергопредприятий.

Нами была проанализирована динамика потребления электроэнергии в ЕЭС России по месяцам за период 2012–2014 гг. с учетом метеофакторов, представленная на рис. 1.

Начало года характеризовалось повышенным температурным фоном, таким образом, заметно снизилось потребление электроэнергии в 1 квартале 2014 года отно-

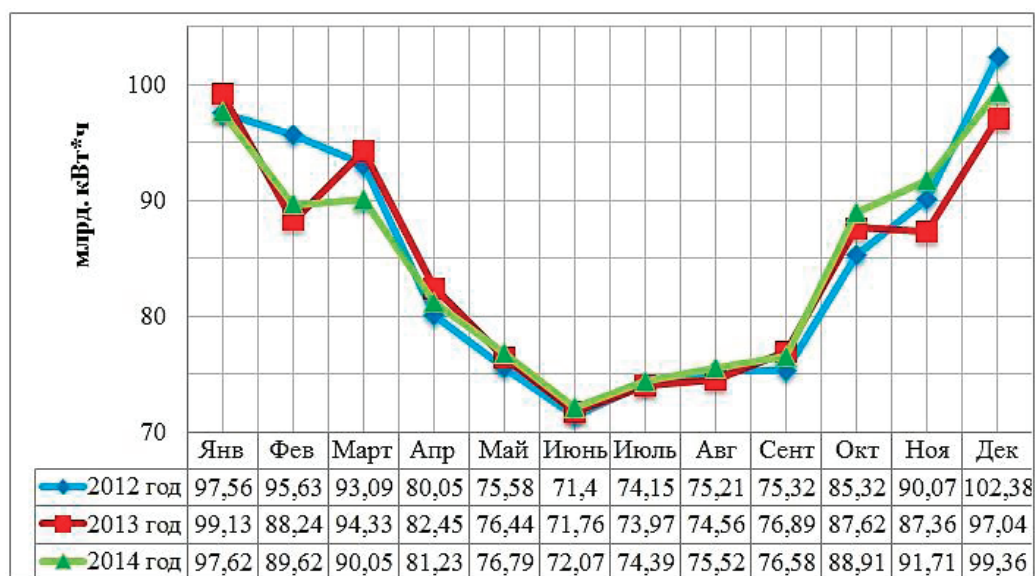


Рис.1. Динамика потребления электроэнергии в ЕЭС России по месяцам за период 2012–2014 гг. [1,2,3]

сительно соответствующих показателей 2012 и 2013 гг. Так потребление электроэнергии за 2014 год снизилось на 1,6% относительно 2013 года. Повышенные значения температуры наружного воздуха в 2012 году оказали наиболее значительное влияние на потребление электроэнергии в феврале (+3,2%) по сравнению с 2014 годом. В марте 2014 года повышение температуры наружного воздуха в ЕЭС России относительно 2012–2013 гг. составило 6,4°C, что повлияло на снижение потребления электроэнергии в энергосистеме относительно 2012 года на 3,4%; относительно 2013 года на 4,8%.

Объемы потребления электроэнергии в период с мая по сентябрь сохранялись на уровне 2012–2013 гг. так как температура наружного воздуха изменялась незначительно.

В 4 квартале 2014года зафиксировано снижение температуры во всех регионах России на 8,4°C. В связи с этим был отмечен значительный прирост потребления (+2,9%) относительно аналогичного периода 2013 года, относительно 2012 года прирост потребления составил (+0,8%) [1,2,3].

Отдельно нами были проанализированы данные о фактических годовых объемах потребления электроэнергии по ОЭС Сибири за 2012–2014 гг.

В ОЭС Сибири входят 12 субъектов РФ: республики Алтай, Бурятия, Тыва и Хакасия, Алтайский, Забайкальский и Красноярский края, Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Томская и Омская области.

Электроэнергетический комплекс объединения образуют 102 тепловые и гидравлические электростанции суммарной установленной мощностью 50947,7 МВт (по данным на 01.01.2015). Одними из наиболее значимых энергообъектов ОЭС Сибири являются: Богучанская ГЭС, Саяно-Шушенская ГЭС, Березовская ГРЭС, Новосибирская ТЭЦ и др [5].

Отдельной категорией потребителей в ОЭС Сибири являются алюминиевые заводы, объем потребления ко-

торых составляет более 25% от суммарного потребления Сибири, а также железная дорога, предприятия металлургической, химической, нефтехимической отраслей.

Суммарное потребление электроэнергии ОЭС Сибири отображено на рис. 2.

Из приведенной диаграммы видно, что наибольшее потребление электроэнергии характерно для Иркутской области — 26% (160940,4 млн. кВтч), Красноярского края — 21% (127392,5 млн. кВтч) и Кемеровской области — 16% (99266,8 млн. кВтч).

Данные субъекты Сибири являются важными промышленными регионами. Так, одним из крупнейших предприятий Иркутской области является Братский алюминиевый завод, также крупными промышленными центрами области являются Братский лесопромышленный комплекс, Иркутский авиационный завод, Иркутский завод тяжелого машиностроения, Коршуновский горно-обогатительный комбинат и многие другие.

Важными промышленными предприятиями Красноярского края являются: Красноярский алюминиевый завод, Красноярский металлургический завод, Горевский горно-обогатительный комбинат, Норильский комбинат и др.

В Кемеровской области широко развита угольная промышленность (Кузбассразрезуголь, Южный Кузбасс и др.), металлургия представлена такими мощными предприятиями, как Западно-Сибирский Металлургический Комбинат, Новокузнецкий Алюминиевый Завод. Одним из крупнейших предприятий химической отрасли России является ОАО «АЗОТ».

Динамика изменения потребления электроэнергии ОЭС Сибири за 2012–2014 гг. представлена на рис. 3.

Из-за высокого промышленного статуса Иркутской области, Красноярского края и Кемеровской области, основная доля энергопотребления в Сибири приходится именно на них.

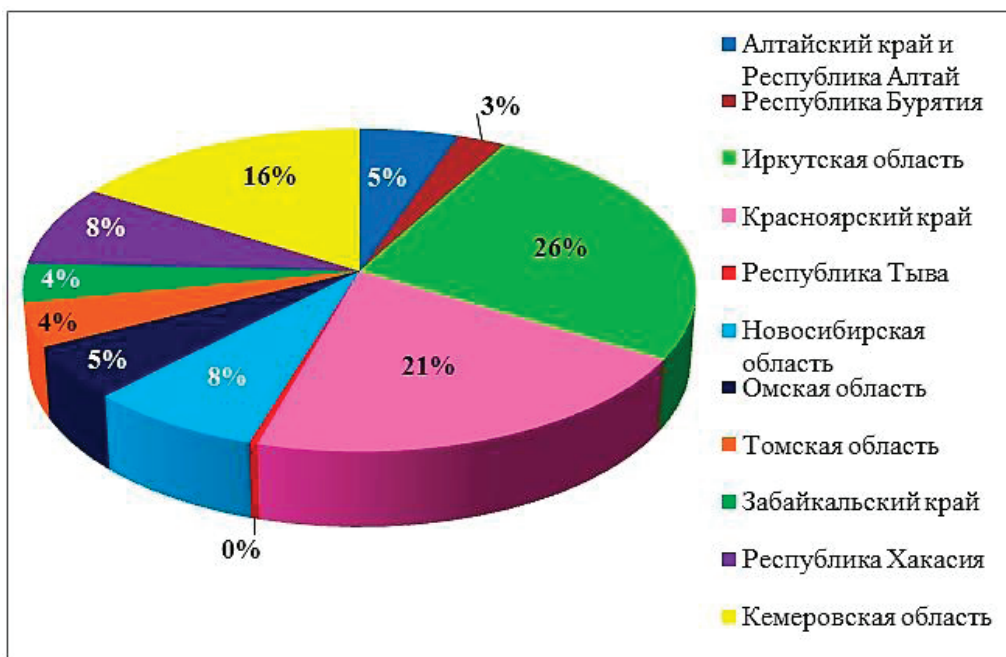


Рис. 2. Суммарное потребление электроэнергии ОЭС Сибири 2012–2014 гг. [1, 2, 3]

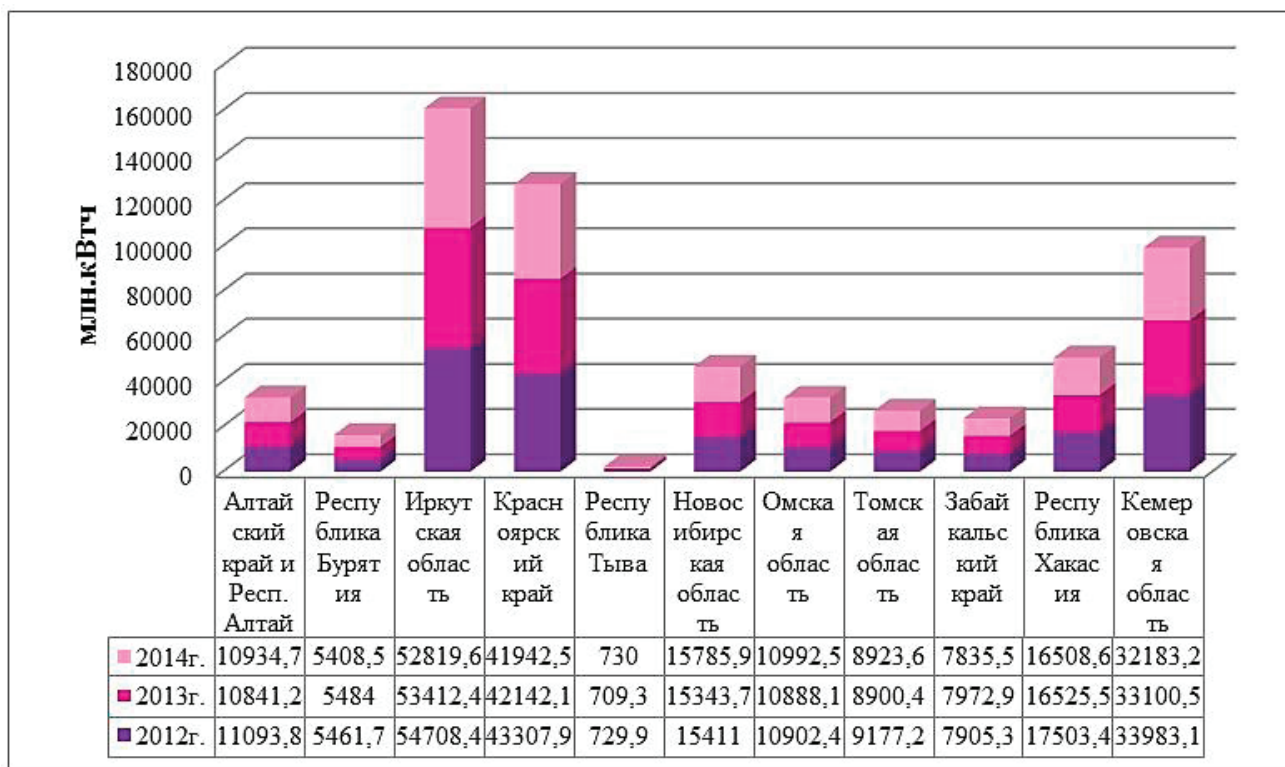


Рис.3. Динамика изменения потребления электроэнергии в ОЭС Сибири 2012–2014 гг. [1, 2, 3]

Таким образом анализ динамики потребления электроэнергии в ЕЭС России в целом и ОЭС Сибири показал, что потребление электрической энергии напрямую связано

с влиянием различных факторов на нормальное функционирование энергетической системы, которые необходимо учитывать при прогнозировании электропотребления.

Литература:

1. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2012 году. [Электронный ресурс]. URL: http://so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2013/ues_rep2012.pdf (Дата обращения: 23.02.2015 г.)

2. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2013 году. [Электронный ресурс]. URL: http://so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2014/ups_rep2013.pdf (Дата обращения: 23.02.2015 г.).
3. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2014 году. [Электронный ресурс]. URL: http://so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2015/ups_rep2014.pdf (Дата обращения: 23.02.2015 г.).
4. Оценка зависимости режима электропотребления от влияния различных факторов. [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/doc138359673_372453054?hash=223ebf9fe37d712244&dl=52a2b2b9b2888a4c85 (Дата обращения: 10.03.2015 г.).
5. Системный оператор ЕЭС Филиал ОАО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири. [Электронный ресурс]. URL: <http://so-ups.ru/index.php?id=445> (Дата обращения: 10.03.2015 г.).

Позиционирование и взаимодействие в беспроводных сенсорных сетях

Бодрова Анна Александровна, студент;

Логвин Василий Игоревич, студент

Национальный исследовательский университет «МИЭТ» (г. Зеленоград, Московская обл.)

В статье описаны основные проблемы проектирования сенсорных сетей, алгоритмы определения местонахождения устройств сенсорной сети и приведены рекомендации по их применению в зависимости от зоны покрытия. Рассмотрены алгоритмы, позволяющие увеличить связность сети.

Ключевые слова: позиционирование, протокол взаимодействия, стационарные узлы, мобильные узлы, связность сети.

Все большее применение в настоящее время получают сенсорные сети, которые позволяют связать воедино компьютерные сети и окружающий мир. Сенсорные сети внедряются во многие отрасли и сферы деятельности: промышленность, транспорт, охрана [1], автоматизация жилья, медицинское оборудование и т.д. [2].

Общая характеристика сенсорных сетей

Сенсорная сеть — распределенная сеть, состоящая из необслуживаемых устройств и датчиков, которые собирают данные и передают их на базовую станцию посредством ретрансляции от одного узла к другому [3].

Сенсор — это датчик, то есть их можно установить для замеров температуры, влажности, вибрации и т.д. [3].

Функционально сенсорные датчики включают три вида узлов: функциональные, которые собирают информацию вокруг точки размещения этого узла; транзитные, которые выполняют только передачу информации и управляют маршрутизацией; базовые станции, осуществляют тотальную координацию, организацию и установку параметров сети [3].

Алгоритм взаимодействия сенсорных сетей

Основным барьером для развития сенсорных сетей — является сложность проектирования, когда какая-то сеть нуждается в отдельном подходе с большим количеством промежуточных этапов.

Непросто выбрать алгоритм и протокол взаимодействия объектов сети, так как все протоколы эффективны

только для решения одной задачи. Напрашивается вывод, что каждая сеть — индивидуальная система [4].

При использовании протокола взаимодействия элементов классических сетей положительного результата не наблюдается, так как происходит децентрализация сети без постоянной структуры, состоящей из десятка тысяч узлов с автономным питанием [5].

Проблема заключается в отказах узлов, которые случаются по причине неисправности аппаратных компонентов, из которых и состоит узел, или из-за разрядки батарейки, поэтому возникают разные протоколы и алгоритмы взаимодействия компонентов сети. Образуется вопрос, как датчикам одновременно начать работать и передать информацию и потом опять перестать работать, чтобы не потратить драгоценную энергию [6].

Задача высокой отказоустойчивости будет решена путем введения неупорядоченной структуры, а задача самоорганизации и продолжительности жизни сети — при введении избыточности (по числу мотов, по числу маршрутов, подпрограмм и др.) [7].

Нужно выделить два класса задач, которые касаются фактора связности сети:

1. Оценка связности узлов сенсорной сети;
2. Размещение узлов с целью увеличения связности [8].

Узлы нужно размещать особым образом, чтобы увеличить зону покрытия сенсорной сети, общее время и точность измерения данных.

Локально сгруппированные узлы будут образовывать между собой сеть, где через один или несколько шлюзов будут передаваться данные, которые потом нужно обра-

ботать (сеть общего пользования). Наличие соединений между сенсорными сетями и сетями связи общего пользования требует провести расчеты параметров шлюзов, то есть необходимо изучить природу нагрузки, которая существует в беспроводных сенсорных сетях [9].

Для увеличения связности существуют алгоритмы или стратегии, которые можно разделить на следующие группы:

1. Алгоритм кластеризации сенсорных сетей — разбиение множества узлов на группы, где внутри каждой группы размещается координатор или шлюз; имеет место большая дальность передачи радиосигнала.

Такой алгоритм позволяет использовать вычислительные ресурсы базовой станции для повышения эффективности распределения узлов между кластерами и конфигурирования сети [10].

2. Алгоритм избыточного размещения узлов — происходит добавление узлов в структуру сенсорной сети для увеличения связности.

Данный алгоритм формирует требуемое количество путей от каждого узла к базовой станции [8].

3. Алгоритм базового размещения узлов — существует базовая структура сенсорной сети, где для каждого узла существует хотя бы один путь для передачи сообщения базовой станции.

Недостаток третьего алгоритма — при формировании такой сенсорной сети некоторые узлы могут быть удалены [8].

4. Стратегия использования узлов с различными характеристиками — увеличение связности сенсорной сети с помощью этой стратегии осуществляется путем увеличения дальности связи отдельных узлов сенсорной сети, что приведет к уменьшению количества ненадежных узлов [11].

5. Алгоритм резервирования транзитных узлов, где учитывается интенсивность энергопотребления этих узлов. При таком резервировании увеличивается время работы сенсорной сети до ее отказа [8].

Позиционирование в сенсорных сетях

Задача позиционирования может рассматриваться как самостоятельная, например, если нужно сделать некую систему навигации на территории покрытия, а может быть подзадачей при обеспечении безопасности, мониторинга и т.п.

Сенсорные сети могут быть проводными и беспроводными [12]. Позиционирование имеет смысл в беспроводных сетях. Область покрытия подобной сети может составлять от нескольких метров до нескольких километров за счёт способности ретрансляции сообщений от одного элемента к другому. [1].

Для позиционирования на территории размещают стационарные узлы, координаты которых известны. Опираясь на них, можно определять координаты мобильных узлов.

Существует несколько видов построения сети, ее можно организовать как с одним главным узлом, так и с несколькими главными узлами [13]. От организации сети будет зависеть метод позиционирования в ней.

При использовании централизованных алгоритмов, узел принимает сигнал о местоположении в сети, далее информация поступает в центральный узел, где определяются координаты, затем данные возвращаются. Такой метод требует больших вычислительных ресурсов, т.к. чем больше узлов будет обращаться, тем быстрее будет расти трафик [14].

При использовании метода AOA (Angle of arrival) мобильный узел измеряет углы прихода сигналов от стационарных узлов и по ним определяет свое местонахождение. Точность такого метода зависит от отражения сигнала и его затенения на изменяющейся апертуре [14].

Следующий метод — TOA (Time of arrival) [14] или TOF (Time of flight) [7]. В данном методе измеряется время распространения сигнала от передатчика до приемника, для этого нужно синхронизировать часы [14].

При использовании метода RSSI (received-signal strength indication) измеряется сила принимаемого сигнала [16]. Сила сигнала может варьироваться из-за внешних факторов, например, человек, находящийся между приемником и передатчиком, поэтому измеряется сигнал с нескольких узлов. Такой метод требует подготовки. Нужно сначала составить карту мощности сигналов от стационарных точек, затем мобильные узлы, обращаясь к ней, могут определить свое местоположение [16].

Для определения местоположения важна точность, которая зависит от таких факторов: количество стационарных узлов, места их размещения, интервалы времени между пересылкой пакетов. Причем, чем больше стационарных узлов расположено, тем больше происходит потеря пакетов из-за коллизий [17].

Для помещений лучше использовать RSS, абсолютная погрешность такого метода 2,5 м [18]. TOA не подходит для применения в закрытом пространстве. В помещении площадью 50–70 м² погрешности определения расстояния составляют от 5 до 10 м [18]. TOA имеет более высокую точность в открытом пространстве [15]. Рекомендации по использованию различных методов позиционирования в зависимости от зоны приведены в таблице 1.

Заключение

Сегодня сенсорные сети до конца не изучены, в будущем сенсорные сети будут неотъемлемой частью жизни каждого. Например, детские кроватки, которые следят за дыханием новорожденных детей; браслеты, которые сканируют пульс, температуру тела пациентов в клинике; детекторы дыма, которые вызывают пожарных, сообщая им об очаге возгорания и степени сложности пожара [20].

Таблица 1. Применение методов позиционирования для различных зон покрытия

Метод	Зона покрытия	Причина
Центральные алгоритмы	Небольшие домашние сети с небольшим числом узлов	При большом числе узлов резко вырастает трафик
AOA	Зоны с малым числом перекрытий и препятствий для сигнала	На точность влияет отражение и затенение сигнала
TOA	В открытом пространстве	Относительно высокая точность в открытом пространстве [19]
RSSI	Закрытые помещения	Разработаны алгоритмы уменьшения влияния интерференции сигналов [18]. Высокая точность при расстоянии не более 15 м

Литература:

1. Еркин, А. Особенности проектирования беспроводных ZigBee-сетей на базе микроконтроллеров фирмы Jennic //Беспроводные технологии.2010. Выпуск № 2;
2. Варгаузин, В. Радиосети для сбора данных от сенсоров, мониторинга и управления на основе стандарта IEEE 802.15.4. // ТелеМультиМедиа. 2005. № 6;
3. Кучерявый, Е.А. Принципы построения сенсоров и сенсорных сетей / Е.А. Кучерявый, С.А. Молчан, В.В. Кондратьев // Электросвязь, 2006. — № 6 — С.10–15;
4. Власова, В.А. Проблемы ЖКХ и информационные технологии [Текст] / В.А. Власова, А.Н. Зеленин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — 2/2 (56). — с. 48–53;
5. Иваненко, В.А. Информационные аспекты при разработке сенсорных сетей (Часть 1)[Текст] / В.А. Иваненко, А.Н. Зеленин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — 3/4 (51). — с. 46–49;
6. Казанский федеральный университет. Режим доступа. <http://kpfu.ru/>. Распределенные сенсорные сети. Возможности развития самых перспективных технологий в России. (Дата обращения 19.12.13);
7. Иваненко, В.А. Информационные аспекты при разработке сенсорных сетей (Часть 2)[Текст] / В.А. Иваненко, А.Н. Зеленин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — 4/2 (52). — с. 11–13;
8. Мочалов, В.А. Алгоритмы оценки надежности структуры сенсорной сети / В.А. Мочалов // Информационно-управляющие системы. — 2009. — № 5. — с. 61–66;
9. Прокопьев, А.В. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук «Системы, сети и устройства телекоммуникаций». — 2012. Санкт-Петербург;
10. Наградов, Е.А. Проблемы применения существующих алгоритмов маршрутизации в сенсорных сетях реального времени / Методы и средства обработки информации. Труды третьей Всерос. научн. конф. — М.: Издательский отдел факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М.В. Ломоносова, 2009. — 481 с.;
11. Santi, P. Topology Control in Wireless Ad Hoc and Sensor Networks / P. Santi // John Wiley & Sons Ltd — The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO198SQ — England, 2005. — P. 52–62;
12. Учебное пособие по курсу «Беспроводные сенсорные сети»//МИЭТ, 2007.
13. Джарел, Б. Определение местоположения устройства стандарта Zigbee//Беспроводные технологии. 2007. Выпуск № 4.
14. Поникар, А.В., Евсеев О.В., Анциперов В.Е., Мансуров Г.К. Исследование возможности локального позиционирования в беспроводных сетях IEEE 802.15.4//IV Всероссийская конференция «Радиолокация и радиосвязь» 2010.
15. Власова, В.А. Аспекты позиционирования в сенсорных сетях// Технологический аудит и резервы производства. 2012, выпуск № 4/1 (6).
16. Подшивалов, В.В. Локализация объектов в беспроводных сенсорных сетях//Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана
17. Чудаков, Е.А., Киришин А.А., Шишалов И.С. Моделирование поведения сенсорной сети для системы позиционирования// Труды XIII научной конференции по радиофизике, ННГУ, 2009
18. Восков, Л.С., Комаров М.М. Позиционирование датчиков беспроводной сенсорной сети как способ энергосбережения//Sensors&Systems.2012 выпуск № 1.
19. Смурыгин, И.М. Концепции организации беспроводных сенсорных сетей и их применение// Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012.
20. КомпьютерПресс. Режим доступа. <http://www.compress.ru/>. Беспроводные сенсорные сети: миф или реальность? (Дата обращения 19.12.13).

Оценка возможности установки реклоузера на отходящих линиях подстанций Рязанского региона

Васильева Татьяна Николаевна, доктор технических наук, профессор;
Мишина Екатерина Сергеевна, магистрант
Рязанский государственный радиотехнический университет

Ключевые слова: система электроснабжения, реклоузер, надежность, отходящая линия.

Передача электрической энергии по воздушным электрическим сетям, имеющим значительный износ производственных фондов (70–80%), сопровождается большими её потерями. Высокая степень износа характерна для сельских отходящих линий электропередачи (фидеров) напряжением 6–10 кВ. Протяженность отдельных из них достигает 40–50 км, поэтому сети линий электропередачи (ЛЭП) в сельской местности, требующие ремонта и реконструкции, очень велики, [1, 2, 3].

Величина убытков и возможные отрицательные последствия для производства из-за отказов воздушных линий электропередачи, экономически обосновывают требование первоочередной модернизации или замены электроустановок. При этом проводят анализ, учитывают техническое состояние, оценивают степень износа и остаточный ресурс каждой единицы электрооборудования.

Повышение надежности протяженных отходящих воздушных линий электропередачи решается различными методами. Однако следует заметить, что многочисленность таких фидеров отбрасывает возможность строительства линий электропередачи для их резервирования. В настоящее время наиболее эффективным методом повышения надежности электроснабжения является строительство промежуточных распределительных пунктов (РП) и секционирование протяженной линии электропередачи на несколько относительно коротких участков с установкой промежуточных автоматических защитно-коммутационных аппаратов — реклоузеров, [2, 4, 5]. Это требует больших материальных затрат и часто неосуществимо из-за сложности размещения РП в необходимом месте. В связи с этим, количество ежегодно вводимых в действие реклоузеров ограничено.

Выбор воздушной линии электропередачи для первоочередной реконструкции и места установки секционирующего реклоузера требует технического и экономического обоснования. Для этого в каждом варианте учитывают результаты сравнения величины недоотпуска электроэнергии при аварии с минимальным и максимальным временем отключения ее подачи (выбор варианта недоотпуска электроэнергии).

Учитывают особенности линии электропередачи: протяженность ее отрезков после предполагаемого секционирования, нагрузки на каждом из участков, частоту отказов на единицу его длины и среднестатистическую продолжительность ремонта их повреждения, [6–10].

Основным эффектом от применения реклоузеров в данном случае является снижение недоотпуска электрической энергии потребителям и, как следствие, снижение возможного искового требования потребителей за невыполнение обязательств сетевой компании. Кроме этого, способность с применением реклоузеров обеспечить согласованный с потребителем уровень надежности электроснабжения в перспективе дает сетевой компании возможность получения дополнительной прибыли за счет повышения тарифа на электрическую энергию. Значительное сокращение времени поиска и локализации повреждения, а также выделение участка меньшей длины позволяет оптимизировать работу оперативного персонала, [10].

С целью определения возможности и места установки реклоузера провели анализ работы восьми подстанций и 73 фидера, отходящих от них. Строили диаграммы изменения длины фидеров каждой из подстанций и проводили линию тренда.

Для оценки согласованности принятых законов распределения случайных величин (протяженности и активной мощности нагрузки отходящих линий подстанций в целом и подстанции № 1) использовали критерий Колмогорова и критерий согласия Пирсона χ^2 .

Результаты анализа протяженности (таблица 1) и загруженности (таблица 2) отходящих линий электропередачи напряжением 6–10 кВ восьми трансформаторных подстанций напряжением 35 и 110 кВ Рязанского региона свидетельствуют о широком диапазоне вышеназванных показателей.

Установили общую протяженность 73 фидера отходящих от восьми подстанций, она составила 833,2 км. Средняя протяженность отходящих линий равна 11,414 км. Из всех отходящих линий 44 (60,3%) имеют протяженность меньше средней, а 29 (39,7%) больше средней. Причем протяженность 17 из них (23,3%) превышает 15 км. Эта длина рекомендована как оптимальная протяженность отходящих линий напряжением 6–10 кВ, [11].

Гистограмму протяженности отходящих линий подстанций (рис.1) в совокупности описывают логарифмически-нормальным законом. Это распределение находят по формуле:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

Таблица 1. Протяженность отходящих линий электропередачи напряжением 6–10 кВ подстанций

№ фидера	Протяженность, км, отходящих линий (фидеров) подстанций (ПС) №							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	21,4	23	10	8,2	13,8	15,4	7,5	21,3
2	38,3	13	12	6,3	21,5	7,7	8,2	7,6
3	34,6	8,5	22,5	12,3	28,9	2,5	6,4	5,6
4	15,8	4	13,6	8,5	15,2	17,9	5,6	13,2
5	8,3	14	7,2	5,3	7,5	7,3	13,4	11,4
6	7,6	7,2	9,3	13,3	5,3	8,4	5,3	9,5
7	17,7	17,4	25,1	4,6	18,4	5,5	4,2	7,1
8	16,1	8,3		12,6	4,9	6,7	8,4	8,3
9	3,5	6,2		7,2	10,2	3,7		9,6
10	12,9	9,4						8,4
11	6,2							
В среднем по ПС	16,582	11,1	12,463	8,7	13,967	8,344	7,375	10,2

Таблица 2. Активная мощность нагрузки на отходящие линии электропередачи напряжением 6–10 кВ подстанций

№ фидера	Активная мощность нагрузки, МВт, отходящих линий (фидеров) подстанций (ПС) №							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2,8	4,5	2,3	4,1	3,3	4,1	3,2	3,2
2	4,5	2,8	4,7	2,3	4,1	2,3	4,1	2,4
3	4,9	3,3	4,3	1,5	4,2	2,8	2,3	2,8
4	2,8	4,5	1,5	2,8	3,7	3,2	2,8	4,1
5	1,9	1,8	4,6	3,3	2,8	4,3	1,6	3,5
6	1,4	3,2	5,1	4,1	4	3,8	4,3	1,5
7	2,1	2,4	2,4	3,2	3,5	4,2	3,2	4,3
8	3,8	2,3		2,8	2,4	2,4	2,4	0,8
9	1,4	1,5		1,9	1,9	1,8		2,9
10	0,75	4,3						0,95
11	0,86							
В среднем по ПС	2,474	3,06	3,55	2,889	3,322	3,211	2,988	2,645

Параметрами этого закона являются:

X — (среднее арифметическое) показывает смещение кривой $f(x)$ вдоль оси абсцисс без изменения ее формы.

σ — (среднее квадратичное отклонение) показывает разброс отдельных значений случайной величины x относительно среднего арифметического.

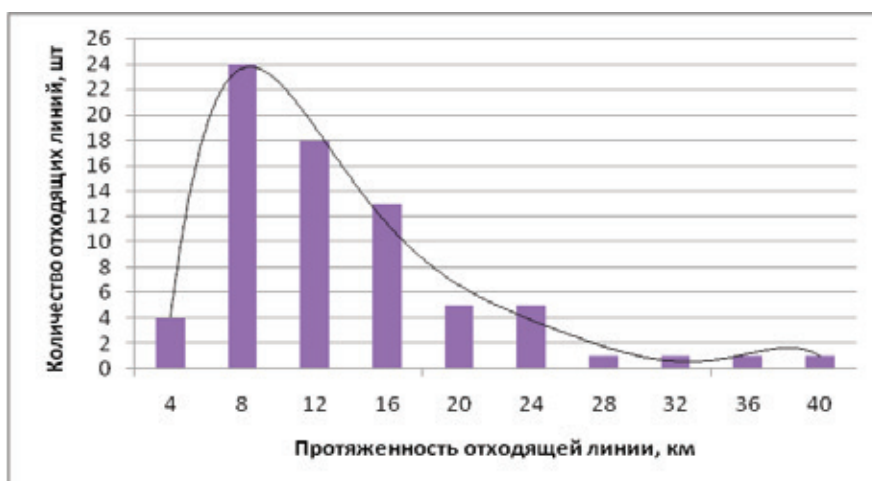


Рис. 1. Гистограмма протяженности отходящих линий подстанций в совокупности

Логарифмически-нормальный закон распределения это распределение случайной величины y , если десятичный логарифм её распределяется по нормальному закону. Тогда в формуле (1) $x = \log y$.

Количество отходящих линий на каждой подстанции различно и изменяется от 7 до 11. Протяженность отходящих линий каждой подстанции также различна. Меньшая протяженность составляет 3,5 км, а большая — 38,3 км. Более протяженные отходящие линии имеет подстанция № 1. От нее отходит шесть фидеров протяженностью более 15 км. От подстанций № 3 и № 5 отходит два-четыре фидера протяженностью более 15 км, а от подстанций № 2, № 6, № 8 — один фидер, протяженностью более 15 км. Протяженность отходящих от подстанций № 4, № 7 линий не превышает 15 км.

Протяженность линий по подстанциям в среднем составляет: 7,375 км для подстанции № 7 (меньшая протяженность), для подстанции № 1 — 16,582 км (большая протяженность). У подстанций № 2, № 3, № 5, № 8 средняя протяженность отходящих линий превышает 10 км. Протяженность отходящих линий подстанций № 4 и № 7 не превышает 9 км.

В построенной диаграмме изменения длины фидеров каждой из подстанций проведенная экспоненциальная линия тренда представляет собой ниспадающую линию (рис. 2).

Распределение протяженности отходящих от каждой подстанции линий описывают экспоненциальным законом.

Экспоненциальная линия тренда изменения протяженности отходящих линий от каждой подстанции построена расчетом точек методом наименьших квадратов по формуле

$$y = ce^{bx}, \quad (2)$$

где c и b — константы, e — экспонента (основание натурального логарифма).

При этом параметрами линии тренда являются: $c = 7$, а $b = 0,7$.

Суммарная активная мощность нагрузки восьми подстанций составляет 217,86 МВт. Средняя мощность на-

грузки на каждую отходящую от подстанции линию составляет 2,984 МВт. Из всех отходящих линий 35 (47,95%) имеют мощность нагрузки меньше средней, а 38 (52,05%) из них больше средней. Причем, 19 отходящих линий (26%) имеют мощность нагрузки больше 4 МВт.

Нагрузка на каждую отходящую линию подстанции (табл. 2) изменяется от 0,75 МВт до 4,9 МВт. Эти значения характерны для подстанции № 1. В среднем нагрузка на отходящие линии подстанций стабильна и меняется в небольших пределах: от 2,474 МВт до 3,55 МВт. Изменение нагрузки (рис. 3) может быть описано экспоненциальным законом в соответствии с формулой (2), параметры которой равны: $c = 0,9$, а $b = 1,4$.

Большую протяженность воздушных линий электропередачи и разброс нагрузки на отходящие линии имеет подстанция № 1. От неё отходят 11 линий, их общая протяженность — 182,5 км. Протяженность отдельных отходящих линий колеблется от 3,5 км до 38,3 км (55% линий имеют протяженность более 15 км). Общая активная мощность нагрузки на отходящие линии подстанции равна 27,21 МВт. Активная мощность нагрузки отдельных отходящих линий различна и находится в пределах от 0,75 МВт до 4,9 МВт.

Нами установлена зависимость изменения активной мощности нагрузки от протяженности каждой отходящей линии подстанции № 1. Она описана логарифмическим законом (рис. 4).

Логарифмическую линию тренда строят, определяя точки методом наименьших квадратов по формуле

$$y = c \cdot \ln x + b, \quad (3)$$

где c и b — константы, \ln — функция натурального логарифма.

В данном случае константы логарифмического закона равны: $c = 0,5$, $b = 0,85$.

Гистограммы зависимости протяженности отходящих линий подстанции № 1 от их количества и активной мощности нагрузки отходящих линий, а также линии их тренда представляют собой кривые линии (рис. 5, 6).

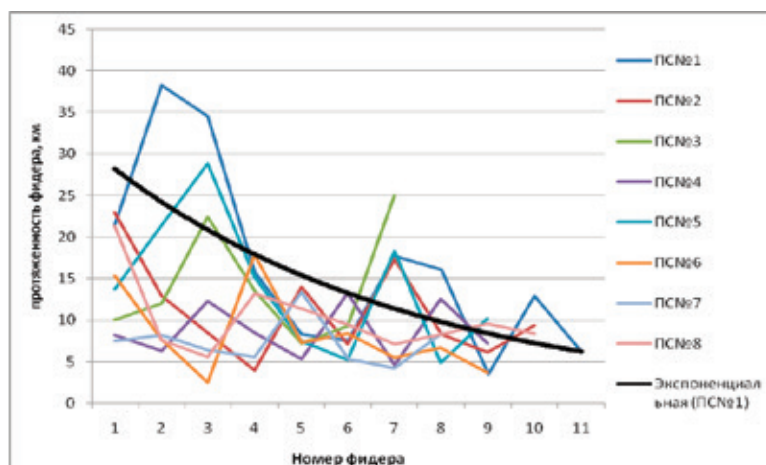


Рис. 2. Изменение протяженностей отходящих линий от каждой подстанции

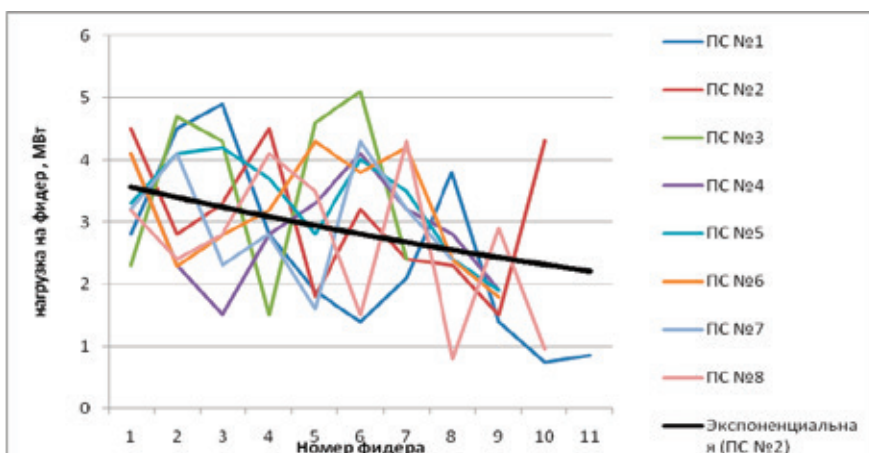


Рис. 3. Изменение мощности нагрузки отходящих линий подстанций

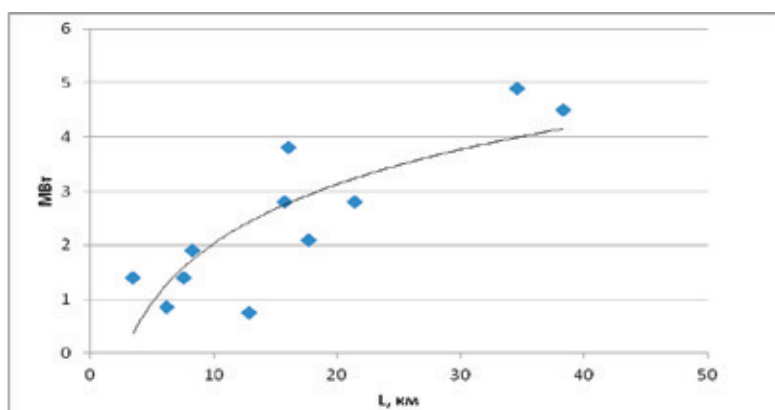


Рис. 4. Точечная диаграмма зависимости длины фидера от активной мощности его нагрузки

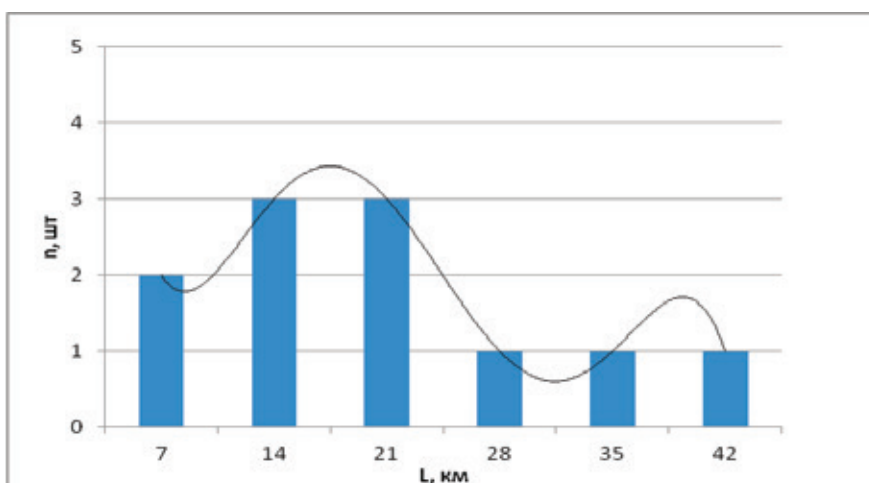


Рис. 5. Гистограмма зависимости протяженности отходящих линий от их количества на подстанции № 1

Обе линии тренда гистограмм строят по полиномиальному закону.

Построение полиномиальной или криволинейной линии тренда также осуществляют определением точек методом наименьших квадратов по формуле:

$$y = b + c_1x + c_2x^2 + c_3x^3 + \dots + c_6x^6, \quad (4)$$

где c и b константы полиномиальной функции.

Для этих двух гистограмм параметрами полиномиальной функции являются: $c = 0,12$, $b = 0,88$.

Для оценки согласованности принятых законов распределения случайных величин (протяженности и активной мощности нагрузки отходящих линий всех под-

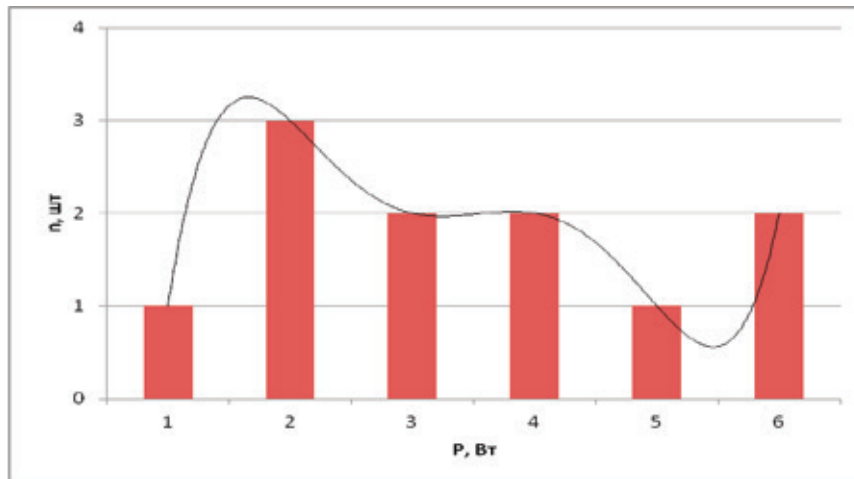


Рис. 6. Гистограмма зависимости активной мощности отходящих линий от их количества на подстанции № 1

станций и подстанции № 1) использовался критерий Колмогорова. Он основан на определении максимального расхождения между накопленными частотами и частотами эмпирических и теоретических распределений

$$\lambda = \frac{D}{\sqrt{N}}, \tag{5}$$

или

$$\lambda = d\sqrt{N}, \tag{6}$$

где D и d — соответственно максимальная разность между накопленными частотами ($f - f'$) и накопленными частотами ($w - w'$) эмпирического и теоретического рядов распределений;

N — число единиц совокупности.

Рассчитав значение l , по таблице $P(l)$ определяют вероятность, с которой можно утверждать, что отклонения эмпирических частот от теоретических случайны. Вероятность $P(l)$ может изменяться от 0 до 1. При $P(l) = 1$ происходит полное совпадение частот, $P(l) = 0$ — полное расхождение. Если l принимает значения до 0,3, то $P(l) = 1$.

Для наших исследований $\lambda = 0,63$ и гипотеза о равномерном законе принимается. Полученные теоретические зависимости (законы распределения) точно описывают законы распределения статистических величин.

С целью определения точности расчетов, как один из основных критериев, используют критерий согласия Пирсона χ^2 :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_i - f'_i)^2}{f'_i}, \tag{7}$$

где k — количество групп, на которые разбито эмпирическое распределение;

f_i — наблюдаемая частота признака в i -й группе;

f'_i — теоретическая частота.

Для распределения χ^2 составляют таблицы с указанием критического значения критерия согласия χ^2 для

выбранного уровня значимости α и степеней свободы df (или ν). Уровень значимости α — вероятность ошибочного отклонения выдвинутой гипотезы, т.е. вероятность того, что будет отвергнута правильная гипотеза. В статистике используют три уровня:

если $\alpha = 0,10$, тогда $P = 0,90$ (в 10 случаях из 100 может быть отвергнута правильная гипотеза);

если $\alpha = 0,05$, тогда $P = 0,95$;

если $\alpha = 0,01$, тогда $P = 0,99$.

В наших исследованиях: $\alpha = 0,05, P = 0,95, k = 7$.

Количество степеней свободы df определяют как количество групп в ряду распределения минус количество связей: $df = k - z$. Под количеством связей понимается количество показателей эмпирического ряда, использованных при вычислении теоретических частот, т.е. показателей, связывающих эмпирические и теоретические частоты.

При выравнивании по кривой нормального распределения определяют три связи:

$$\bar{x}_{\text{эмп}} = \bar{x}'_{\text{теор}}; \bar{\sigma}_{\text{эмп}} = \bar{\sigma}'_{\text{теор}}; \sum f_{i\text{эмп}} = \sum f'_{i\text{теор}}$$

Поэтому при выравнивании по кривой нормального распределения число степеней свободы определяют как $df = k - 3$.

Для оценки существенности расчетное значение $\chi^2_{\text{расч}}$ сравнивают с табличным $\chi^2_{\text{табл}}$. При полном совпадении теоретического и эмпирического распределений $\chi^2 = 0$, в противном случае $\chi^2 > 0$. Если $\chi^2_{\text{расч}} > \chi^2_{\text{табл}}$, то при заданном уровне значимости и числе степеней свободы гипотезу о несущественности (случайности) расхождений отклоняют.

Если $\chi^2_{\text{расч}} \leq \chi^2_{\text{табл}}$, то эмпирический ряд согласуется с гипотезой о предполагаемом распределении и с вероятностью $P = (1 - \alpha)$ утверждают, что расхождение между теоретическими и эмпирическими частотами случайно.

В данном случае $\chi^2_{\text{табл}} = 14,06714$, а $\chi^2_{\text{расч}} = 11$, следовательно, имеет место случайное расхождение между теоретическими и эмпирическими частотами.

Для надежности электроснабжения потребителей, где протяженность линий, отходящих от подстанций, превышает оптимальную, рекомендованную для систем электроснабжения, целесообразна установка промежуточных автоматических защитно-коммутационных аппаратов — реклоузеров, после дальнейшего технико-экономического обоснования, в частности, от таких подстанций Рязанского района, как подстанция № 1, а также № 3, № 5. Это уменьшает зону отключения абонентов и при боль-

шинстве аварий повышает быстродействие релейной защиты, так как многократно срабатывает включение поврежденного участка, что в большинстве случаев успешно восстанавливает электроснабжение. К тому же секционирующий реклоузер позволяет дистанционно контролировать величину тока и линию связи с питающей подстанцией, управлять выключателем, что ускоряет поиск места повреждения и выезд ремонтной бригады для его устранения.

Литература:

1. Кваша, Е. Что такое «реклоузер» / Е. Кваша // В мире TEL. — 2010. — № 1 (16). — с. 12–15
2. Кучеров, Ю. Н. Влияние prerогативы надежности электроснабжения на реформирование отрасли / Ю. Н. Кучеров // Энергетик. — 2008. — № 2. — с. 51–54
3. Лещинская, Т. Б. Экспертная система оценки надёжности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей / Т. Б. Лещинская, Э. В. Магадеев // Электрика. — 2008. — № 4. — с. 30–35
4. Жуков, В. В. Децентрализованная система релейной защиты и автоматики в протяженных распределительных сетях с рассредоточенной нагрузкой потребителей: информационные материалы IV международного семинара по вопросам использования современных компьютерных технологий для АСУ электрических сетей / Жуков В. В. и др. — М.: «Издательство НЦ ЭНАС», 2000 г. — 206 с.
5. Пospelов, Г. Е. Электрические системы и сети: учебное пособие для вузов / Г. Е. Пospelов, В. Т. Федин — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Выш. Шк., 1988. — 250 с.
6. Реклоузер вакуумный серии PBA/TEL. // Техническое описание продукции каталога. — URL: <http://tavrida.ru/doc/?167> (Дата обращения 05.09.2014)
7. Крылова, Е. Реклоузеры. Тактика эффективного применения / Е. Крылова // ЭнергоНадзор. — 2009. — № 6. — с. 76–78
8. Воротницкий, В. Реклоузер — новый уровень автоматизации и управления ВЛ 6 (10) кВ / В. Воротницкий, С. Бузин // Новости электротехники. — 2012. — № 3 (33). — с. 42–45
9. Справочник по проектированию электрических сетей / Д. Л. Файбисович, И. Г. Карапетян, И. М. Шапиро. — М.: НЦ ЭНАС, 2009. — 392 с.
10. Складчиков, А. А. Оценка надежности и управление рисками технологических нарушений на воздушных линиях электропередачи: автореф. дис. / А. А. Складчиков. — Чебоксары, 2012 г. — 80с.
11. Лещинская, Т. Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т. Б. Лещинская, И. В. Наумов // — КолосС. — 2008. — 656 с.

Обследование зданий предприятий по производству строительных материалов

Гарькин Игорь Николаевич, ассистент;
Артюхина Оксана Викторовна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Рассматривается, на реальном примере, метод обследования строительных конструкций предприятий по производству строительных материалов. Приводятся характерные дефекты присущие предприятиям по производству железобетонных изделий

Ключевые слова: *обследование зданий и сооружений, экспертиза промышленной безопасности, строительные конструкции, оценка износа, предприятия по производству строительных материалов.*

Проведение комплексного обследования строительных конструкций производственных зданий и сооружений наилучший способ получить объективную оценку состояния физического износа предприятия, и в случае необходимости во время, и с минимальными экономиче-

скими издержками провести частичный или капитальный ремонт [1..3]. На предприятиях по производству строительных материалов износ конструкции происходит интенсивно, т.к. — строительство является локомотивом большинства экономик субъектов РФ. Вследствие увели-

чения темпов ввода жилья, спрос на строительные материалы возрастает, как следствие приходится задействовать мощности предприятий остановивших свою работу в 90-ые годы. Перед тем как пустить в эксплуатацию (после реконструкции или консервации) предприятие необходимо провести экспертизу промышленной безопасности зданий и сооружений [4..6].

Инженеры центра независимой экспертизы промышленной безопасности «ПРОМТЭК» (г. Пенза) регулярно проводят экспертизу промышленной безопасности зданий и сооружений в т.ч. строительной отрасли Пензенской области. Рассмотрим на примере одного из цехов производственного комплекса завода «Пачелмский завод железобетонных изделий» (р.п. Пачелма, Пензенская область) характерные дефекты строительных конструкций и меры по их устранению.

Здание формовочного цеха ОАО «Пачелмский завод железобетонных изделий» г. Пенза представляют собой единое прямоугольное здание. Площадь составляет 2958,3 м² (производственная часть), объём 30000 м³ (производственная часть). Здание было построено в 1968 г.

Конструктивная схема здания рамно-связевый железобетонный каркас. Пространственная жёсткость каркаса обеспечивается вертикальными и горизонтальными металлическими связями по колоннам и фермам покрытиям.

Здание одноэтажное и имеет каркас состоящих из железобетонных колонн и подкрановых балок, ферм. Стены

выполнены из стеновых панелей, ячеистого бетона, так же имеются вставки кирпичной кладки. В обследуемом цехе работают 2 мостовых крана: грузоподъёмностью 20/5 и 16 т.

В качестве несущих элементов покрытия здания применены железобетонные фермы с шарнирным опиранием на оголовки железобетонной колонны, а так же железобетонные балки. Связи в здании, вертикальные металлические. По фермам уложены плиты покрытия. Выполненные связи обеспечивают неизменяемость пространственной системы каркаса и устойчивость его сжатых элементов.

В здании формовочного цеха ОАО «Пачелмский завод железобетонных изделий» г. Пенза применены железобетонные подкрановые балки по серии 1.426.1–4. На подкрановой балке применены крановые рельсы марки КР-70 (ГОСТ 7174), промежуточные скрепления представляют собой планки на двух болтах и прижимные пластины.

Во время эксплуатации здания не было случаев заклинивания крана или его схода с подкрановых балок

Дефекты, выявленные в ходе обследования, отображены в табл. 1 и на рис.1–4

В Пензенском государственном университете архитектуры и строительства решением проблемам безопасной эксплуатации зданий и сооружений занимается ряд учёных коллективов (профессора, кандидаты наук аспиранты) с наиболее перспективными разработками можно познакомиться в работах [7...9].

Таблица 1. Дефекты, выявленные при обследовании предприятия

№ п/п	Наименование узла, элемента	Описание дефекта
1	2	3
1	Фундамент	Дефекты не обнаружены
2	Колонна	Скол защитного слоя (без оголения рабочей арматуры) Трещины с шириной раскрытия менее 5 мм
3	Подкрановая балка, направляющая и тупиковый упор	Ослаблено болтовое крепление кранового рельса к балке Наличие недостающих болтов крепления планок скрепления рельсов между собой Упругая рельсовая подкладка вышла из под направляющей
4	Стропильные конструкции	Нарушено лакокрасочное покрытие вертикальных связей
5	Ограждающие конструкции	Выветривание швов Местное разрушение ограждающих стеновых панелей Местное разрушение кирпичной кладки Замачивание
6	Кровля	Протечки кровли
7	Пол и отмостка	Местное разрушение отмостки Наличие растительности в район отмостки
8	Техническая документация	Отсутствует часть проектной и эксплуатационной документации здания



Рис. 1. Разрушение наружных ж/б панелей



Рис. 2. Следы коррозии стропильных конструкций



Рис. 3. Оголение рабочей арматуры



Рис. 4. Оголение рабочей арматуры в консоли колонны

Литература:

1. Фадеева, Г. Д., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Методы предотвращения аварийных ситуаций в зданиях для хранения и переработки растительного сырья [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 14. — с. 65–67.
2. Гарькин, И. Н., Гарькина И. А. Системные исследования при технической экспертизе строительных конструкций зданий и сооружений // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 3; URL: <http://www.science-education.ru/117-13139> (дата обращения: 19.05.2014).
3. Гарькин, И. Н., Гарькина И. А. Анализ причин обрушения строительных конструкций промышленных зданий с позиций системного подхода // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2014. № 5–6 (84) С.48–51
4. Кузьмишкин, А. А., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Обследование зданий и сооружений: литейные цеха [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 20. — с. 159–162
5. Фадеева, Г. Д., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений: характерные проблемы [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 4. — с. 285–286.
6. Кузьмишкин, А. А., Гарькин И. Н. Обследование зданий машиностроительных предприятий (на примере предприятия «Пензмаш») [Текст] // Молодой ученый. — 2015. — № 3. — с. 168–171.
7. Нежданов, К. К., Кузьмишкин А. А., Гарькин И. Н., Курткеев Д. Х. Быстро сооружаемая подкрановая балка с высоким техническим ресурсом эксплуатации // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 3; URL: <http://www.science-education.ru/117-13115>
8. Нежданов, К. К., Кузьмишкин А. А., Гарькин И. Н. Применение двухстенчатых подкрановых балок с амортизирующим эффектом // Региональная архитектура и строительство. — 2013. № 3. — с. 91–94.
9. Данилов, А. М., Гарькин И. А., Гарькин И. Н. Управление объектами на подвижном основании: оптимизация конструктивной и структурной схем // Региональная архитектура и строительства. — 2014. — № 3. с. 102–108.

Влияние добавок муки бобовых культур на физические свойства пшеничного теста

Горбатовская Нина Александровна, кандидат технических наук, профессор;
Муслимов Нуржан Жумартович, доктор технических наук;
Джумабекова Гульнара Балтабаевна, магистрант
Таразский государственный университет имени М. Х. Дулати (Республика Казахстан)

Полноценное питание является важным условием для поддержания здоровья и работоспособности человека.

Известно, что одним из эффективных методов нормализации пищевого статуса человека является использование в рационе питания пищевого белка из растительного сырья, дающего возможность обогатить продукты питания необходимыми микронутриентами и компенсировать нехватку животных белков.

Хлеб и хлебобулочные изделия занимают особое место в питании человека. Во многих странах хлеб является пищевым продуктом номер один, то есть продуктом массового потребления. Ежедневная норма потребления хлеба в различных странах составляет 150–500 граммов на душу населения и зависит от возраста, пола, степени физической и умственной нагрузки, климатических особенностей мест проживания.

Хлеб служит не только источником необходимых веществ, но также играет важную роль в физиологии питания, так как придает поглощаемой пище благоприятную

консистенцию и структуру, способствующую наиболее эффективной работе пищеварительного тракта [1].

Однако пищевая ценность традиционных хлебобулочных изделий, вырабатываемых по государственным стандартам, не отвечает современным требованиям науки о питании: не соблюдается необходимый баланс белков и углеводов (содержится повышенное количество углеводов, но недостаточное — белков, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ) [2].

Поэтому проблема повышения пищевой ценности хлеба и хлебобулочных изделий является актуальной.

В настоящее время, благодаря работам Л. Я. Ауэрмана, В. И. Дробот, Л. И. Казанской, С. Я. Корякиной, Л. П. Пашенко, Л. И. Пучковой, Ю. Ф. Рослякова, Т. В. Саниной, Т. Б. Цыгановой, А. В. Витавской, А. И. Изтаева и других исследователей, предложено научное обоснование создания хлебобулочных изделий улучшенного качества, пищевая и биологическая ценность, которых может быть доведена до максимальных величин, за счет сбалансированности состава путем вве-

дения в рецептуру хлеба дополнительных видов нетрадиционного растительного сырья. Использование натурального растительного сырья позволяет не только повышать пищевую и биологическую ценность, расширять ассортимент хлебобулочных изделий, но и рационально использовать ресурсы зерна и зернопродуктов [3].

В связи с этим, цель исследований состояла в изучении влияния добавок муки из бобовых культур (фасоль, маш) на качество пшеничного теста и хлеба.

Известно, что бобовые культуры являются источниками растительного белка, обладают повышенной пищевой ценностью. Они содержат витамины группы В, С и А, большое количество калия и кальция, клетчатку, белки, которые по аминокислотному составу превосходят белки пшеницы, углеводы, а также дефицитные для организма минеральные вещества (железо, кремний, марганец и др.) [4].

Зерно фасоли содержит много белка, минеральных солей, витаминов, имеет хорошие вкусовые качества. В белке фасоли есть все незаменимые аминокислоты и по питательности фасоль приближается к белкам животного происхождения. Мука, полученная из семян фасоли, отличается высоким содержанием белка и сбалансированным аминокислотным составом. Содержание белка колеблется от 23,2 до 33,4%, незаменимых аминокислот — от 8384 до 12147 мг, преобладающими аминокислотами оказались лейцин и лизин. Кроме того, в ней значительно содержание витаминов (тиамина, рибофлавина, ниацина, витамина Е). Общее количество золы составляет 2,6–3,7%, при этом в муке содержится калий, кальций, магний, сера, фосфор, железо, медь, марганец [5].

Маш — диетический и умеренно калорийный продукт, содержащий много клетчатки, белков и витаминов. Обладает антиоксидантными свойствами, и способен ускорять заживление термических ожогов, выводить вредные вещества из кишечника, оказывать мочегонное и гиполипидемическое действие. Семена маша содержат большое количество белка (до 24,6%).

Маш содержит ценную диетическую клетчатку, витамины группы В, минеральные вещества: калий, кальций, натрий, магний, железо, фосфор, тиамин и медь. Семена маша очень питательны, при этом легки в переваривании и усвоении организмом, в отличие от многих других бобов, также обладают свойствами детоксиканта. Коли-

чество витамина С значительно увеличивается при проращивании бобов мунга [6].

Исследования, направленные на разработку рецептуры и технологии приготовления хлеба с внесением комбинированной смеси муки бобовых культур (фасоль, маш), проводили в научно-исследовательской лаборатории инженерного профиля «Наноинженерные методы исследования» имени А. С. Ахметова Таразского государственного университета имени М. Х. Дулати.

Внесение муки бобовых культур взамен пшеничной муки первого сорта проводили в количестве 5%, 10%, 15%, 20%.

Важнейшим фактором хлебопекарного достоинства пшеничной муки является клейковина. От количества и качества клейковины зависит газодерживающая способность теста, объем и пористость хлеба. Содержание сырой клейковины и качество определяли на системе Глютоматик. Результаты исследований влияния добавок муки из фасоли и маша в муку хлебопекарную первого сорта на показатели качества и количества клейковины, представлены в таблице 1.

По полученным данным, видно, что по мере увеличения доз муки из бобовых культур ухудшаются свойства клейковины, что выражается в уменьшении массы сырой клейковины и ухудшении ее качества (снижение показателя глютен-индекса). Это можно объяснить тем, что мука бобовых культур не содержит клейковинообразующих белков: глютеина и глиадина, и соответственно не образует клейковину.

В соответствии с поставленной целью, были проведены исследования влияния вносимой муки из фасоли и маша на структурно-механические свойства пшеничного теста. На приборе Альвеограф-консистограф были изучены реологические показатели теста: упругость, растяжимость, индекс разбухания и коэффициент эластичности теста. Результаты экспериментальных исследований по определению реологических свойств теста приведены в таблице 2.

Известно, что упругость и растяжимость теста характеризуется удельной работой, затрачиваемой на деформацию теста при её раздувании экспериментального образца теста в пузырь. Результаты проведенных экспериментальных исследований по определению показателя удельной работы, представленные в таблице 2, показали, что с увеличением внесения дозировки муки бобовых культур от 5 до 20% к общей массе муки пшеничной, по-

Таблица 1. Влияние муки из бобовых культур на количество и качество клейковины

Показатели качества	Контроль (мука пшеничная 1 сорта)	Внесение муки							
		из фасоли				из маша			
		5%	10%	15%	20%	5%	10%	15%	20%
Количество сырой клейковины, %	31	30	29	27	25	29	28	27	24
Глютен-индекс	98	98	98	97	96	98	98	96	95

Таблица 2. Реологические свойства теста с внесением муки из бобовых культур

Наименование показателя	Контроль (мука пшеничная первого сорта)	Внесение муки							
		из фасоли				из маша			
		5%	10%	15%	20%	5%	10%	15%	20%
Упругость теста, $P, \text{мм} \cdot \text{H}_2\text{O}$	118	129	115	100	93	158	152	147	133
Растяжимость теста, $L, \text{мм}$	79	55	48	41	36	60	56	54	49
Индекс набухания, G	19,8	19,2	16,5	14,4	13,4	17,2	16,7	16,3	15,6
Удельная работа, $W, \text{е.а.}$	364	325	294	212	143	372	363	354	264
Отношение упругости к растяжимости, P/L	1,49	2,35	2,39	2,43	2,58	2,63	2,71	2,72	2,71
Коэффициент эластичности, $I_e, \%$	66	63	60,1	56,8	51,5	67,5	66,7	64,7	55,3

казатель удельной работы снижается, что связано со снижением Глютен-индекса клейковины и белковой структурой теста.

По результатам данных таблицы 2, наблюдается также резкое снижение коэффициента эластичности теста при внесении муки из бобовых культур, структура теста рассыпчатая, рвущаяся при незначительных значениях деформации при внесении муки бобовых культур свыше 10% к общей массе муки.

Результаты проведенных исследований показали, что наиболее оптимальная дозировка внесения муки бобовых культур в муку пшеничную первого сорта, при которой не наблюдается ухудшение реологических показателей пшеничного теста — от 5 до 10%. Полученные данные по изучению влияния муки бобовых культур (фасоль, маш) на физико-механические свойства пшеничного теста, позволяют регулировать технологическими процессами, связанными с тестоведением и производством хлеба.

Литература:

1. Экспертиза хлеба и хлебобулочных изделий. Качество и безопасность: Учеб. — справ. пособие / А. С. Романов, Н. И. Давыденко, Л. Н. Шатнюк, И. В. Матвеева, В. М. Позняковский; под общ. ред. В. М. Позняковского. — 2-е изд., испр. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. — 278 с.
2. Шлеленко, Л. А. Современный ассортимент хлебобулочных изделий для профилактического и лечебного питания // Хлебопечение России. 2004. — №2. — С.17
3. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства / Л. Я. Ауэрман. — 9-е изд., перераб. и доп. — С. — Пб.: Профессия, 2005. — 416 с.
4. Интернет-ресурс: <http://agrobelaarus.by>
5. Батурина, Н. А. Влияние добавок муки бобовых культур на формирование качества хлеба из пшеничной муки: автореф. дисс. канд.техн.наук. — Санкт-Петербург, 2006. — 20 с.
6. Интернет-ресурс: <http://rawdinner.ru>

Определение обобщенной частотной характеристики эргатической системы по данным нормальной эксплуатации

Давыдов Александр Станиславович, студент;
 Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Производится определение обобщенных характеристик целостной эргатической системы, как некоторой разомкнутой системы (определение передаточных функций человека-оператора и объекта в отдельности практически невозможно в связи с действием организмического принципа). Приводятся методики опреде-

ления оперативной концептуальной модели, идеальной концептуальной модели, обобщенной частотной характеристики, а также алгоритмы определения необходимых для этого параметров.

Ключевые слова: эргатические системы, эквивалентные характеристики, обобщенная характеристика, методы определения, вычислительные алгоритмы.

В основе приведенной методики лежит использование трендов входных и выходных процессов. Обобщенная характеристика определяется как характеристика некоторой эквивалентной разомкнутой системы со входом $x(t)$ и выходом $y(t)$ (рис.1).

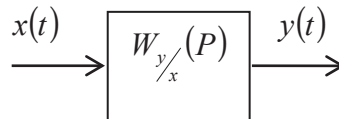


Рис. 1

Укажем основные вычислительные алгоритмы, необходимые для определения обобщенной характеристики эргатической системы. Отметим, в связи с действием в эргатических системах организмического принципа, определение параметров оператора и объекта по отдельности принципиально невозможно.

Ограничимся рассмотрением параметров короткопериодической составляющей продольного движения. В качестве $x(t)$ примем один из сигналов $\bar{x}_g^{(j)}(t), \bar{x}_y^{(j)}(t), \bar{x}_n^{(j)}(t)$. При определении перекрестных связей между каналами пространственного движения в качестве $x(t)$ принимались и некоторые другие фазовые координаты, их скорости или ускорения. В качестве входных процессов при предварительных исследованиях ограничивались

$$\bar{\omega}_z^{(j)}(t), \bar{v}^{(j)}(t), \bar{\gamma}^{(j)}(t), \bar{\omega}_y^{(j)}(t).$$

Справедливо:

$$\operatorname{Re}W(j\omega) = \frac{\operatorname{Re}G_{xy}(\omega)}{G_x(\omega)}, \operatorname{Im}W(j\omega) = \frac{\operatorname{Im}G_{xy}(\omega)}{G_x(\omega)},$$

$$A(\omega) = |W(j\omega)| = \sqrt{[\operatorname{Re}W(j\omega)]^2 + [\operatorname{Im}W(j\omega)]^2},$$

$$\varphi(\omega) = \operatorname{arctg} \left[\frac{\operatorname{Im}W(j\omega)}{\operatorname{Re}W(j\omega)} \right].$$

Эффективное подавление случайных ошибок при оценивании частотных характеристик переходных процессов (рассматриваются тренды) достигается осреднением по ансамблю оценок, вычисленных по ансамблю независимых реализаций входных и выходных переходных процессов.

При всей кажущейся простоте использованных на практике алгоритмов получение указанных характеристик не столь тривиально. Требуется опыт и инженерная интуиция. Получение результатов, как правило, связано с широким использованием итеративных методов.

Рассмотрим алгоритмы определения основных характеристик, используемых при определении обобщенной характеристики. Прежде всего, введем понятие управляющих воздействий оператора, а именно, под управляющим движением оператора будем понимать:

$$x^{\circ(j)}(t_k) = x^{(j)}(t_k) - \bar{x}^{(j)}(t_k).$$

Управляющие движения оператора определяются спектральным составом и распределением вероятностей частот ω . Справедливо:

$$W_x^{\circ(j)}(\omega) = \frac{1}{R_x^{(j)}(0)} \cdot \frac{2}{T} [G^{(j)}(\omega)]^2$$

(определяет плотность вероятности [1] случайной величины ω в процессе $x^{\circ(j)}(t)$):

$$f(\omega) = \frac{1}{R_x^{(j)}(0)} \cdot \frac{2}{T} [G^{(j)}(\omega)]^2.$$

$\circ(j)$

Здесь $x(t)$ — j -я реализация управляющих движений, T — интервал реализации. При этом $G_x^{(j)}(\omega)d\omega$ представляет собой дисперсию, приходящуюся на участок частот $d\omega$, прилежащий к точке ω ($\sigma(\omega) = \sqrt{G_x(\omega)d\omega}$ определяет среднюю амплитуду гармоник с частотой ω в управляющих движениях).

Отметим, что в силу методических и вычислительных погрешностей $\int_{\omega_{\min}}^{\omega_{\max}} f(\omega)d\omega$ не будет равняться единице.

Поэтому возникает необходимость нормировки, полагая

$$\sum_i f(\omega_i)\Delta\omega = 1.$$

Величина $P(\omega_i) = f(\omega_i)\Delta\omega$ выражает вероятность попадания в интервал $(\omega_i, \omega_i + \Delta\omega)$. Откуда

$$P(\omega_i) = \frac{f(\omega_i)\Delta\omega}{\sum_i f(\omega_i)\Delta\omega} = \frac{f(\omega_i)}{\sum_i f(\omega_i)} = \frac{[G_x(\omega_i)]^2}{\sum_i [G_x(\omega_i)]^2}.$$

Определение $P(\omega_i)$ и $\sigma(\omega_i)$ включает:

задание $\omega_{\min}, \omega_{\max}, \Delta\omega, T, \Delta t$;

вычисление $G_x(\omega_i)$;

вычисление $[G_x(\omega_i)]^2$;

вычисление $P(\omega_i) = \frac{[G_x(\omega_i)]^2}{\sum_i [G_x(\omega_i)]^2}$;

вычисление $\sigma(\omega_i) = \sqrt{G_x(\omega_i)d\omega}$.

Далее. Концептуальная модель определяется центральной нервной системой. В качестве оперативной концептуальной модели можно принять:

$$\bar{x}^{(j)}(t_k) = \frac{1}{2m+1} \sum_{\beta=-m}^m x^{(j)}\left(t_k + \beta \frac{T_0}{m}\right);$$

в интервале длиной $2T_0$ с центром в точке t_k математическое ожидание $\bar{x}^{(j)}(t_k)$ приблизительно должны быть линейным (более строго требуется также малость среднего значения корреляционной функции $R_{\bar{x}^{(j)}}(t, t')$ в квадрате с центром в точке (t, t) и стороной $2T_0$).

Исходя из этого, получим алгоритм определения идеальной концептуальной модели:

$$x_0(t_k) = \frac{1}{N(2m+1)} \sum_{j=1}^N \sum_{\beta=-m}^m x^{(j)}\left(t_k + \beta \frac{T_0}{m}\right)$$

$$\text{или } x_0(t_k) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \bar{x}^{(j)}(t_k)$$

(усреднение случайной функции $x(t)$ как по времени, так и по ансамблю N реализаций).

Одним из возможных способов определения $x_0(t_k)$ по нескольким реализациям является одновременное сглаживание всех реализаций. При применении этого способа все реализации случайной функции строятся на одном графике (при правильно выбранном масштабе эти реализации образуют отчетливую полосу). Средняя линия этой полосы (грубо определяется на глаз) и даст оценку математического ожидания $x_0(t_k)$. Способ глазомерного сглаживания обладает большой простотой, но является субъективным. Предыдущий метод лишен этого недостатка.

Предложенные алгоритмы прошли многостороннюю апробацию при разработке тренажеров для подготовки операторов эргатических систем различного назначения [2...8].

Литература:

1. Данилов, А. М., Гарькина И. А. Теория вероятностей и математическая статистика с инженерными приложениями: учебное пособие. — Пенза: ПГУАС. — 2010. — 228 с.
2. Данилов, А. М., Лапшин Э. В., Гарькина И. А., Трусов В. А. Информационно-вычислительные системы авиационных тренажеров модульной архитектуры с распараллеливанием вычислительных процессов / Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. — 2010. — № 1. — с. 379—383.

3. Еремкин, А. И., Прошин А. П., Данилов А. М., Гарькина И. А. Системные проблемы и моделирование при разработке сложных систем / Надежность. — 2006. — № 1. — с. 3.
4. Петренко, В. О., Данилов А. М. Управление в пространстве: идентификация управляющих воздействий / Современные научные исследования и инновации. — 2014. — № 12–1 (44). — с. 146–149.
5. Антонова, Е. А., Будылина Е. А., Гарькина И. А. Автономные исследования сепаратных подсистем при синтезе структурированных систем / Новый университет. Серия: Технические науки. — 2014. — № 2 (24). — с. 38–40.
6. Сухов, Я. И., Гарькина И. А. Определение характеристик эргатической системы по данным нормального функционирования / Современные научные исследования и инновации. — 2014. — № 11–1 (43). — с. 107–111.
7. Гарькина, И. А., Таишева А. Р. Влияние коэффициента усиления на области равных оценок оператором технических характеристик объекта / Гарькина И. А., Таишева А. Р. Вестник магистратуры. — 2014. — № 4–1 (31). — с. 28–31.
8. Хнаев, О. А., Гарькина И. А. Приближение многомерных функций обобщенными многочленами / Вестник магистратуры. — 2014. — № 2 (29). — с. 41–44.

Мероприятия по снижению содержания оксидов азота в отработавших газах дизелей

Данияров Нурлан Асылханович, доктор технических наук, профессор;
Арыстанов Жанат Темирханович, магистрант
Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева (г. Астана, Казахстан)

Объективный анализ состава ОГ дизелей показывает, что одной из главных составляющих токсичности отработавших газов являются оксиды азота (NO_x) [1]. Значение этих компонентов возрастает с заменой вихрекамерных дизелей на двигатели с непосредственным впрыском топлива, осуществляемой повсеместно в целях повышения топливной экономичности двигателя.

Применяемые на подземном самоходном оборудовании двухступенчатые системы обезвреживания ОГ (каталитические и жидкостные) не решают проблемы сокращения выбросов NO_x . Оксиды азота могут улавливаться в жидкостном нейтрализаторе в пределах не более 3–10% от общего количества содержания их в ОГ.

Известные трехступенчатые каталитические нейтрализаторы для автомобилей, обезвреживающие оксиды азота, дают положительный эффект только при дефиците свободного кислорода в ОГ, что характерно для карбюраторных двигателей. У дизелей в ОГ всегда содержится избыток кислорода в количестве не менее 3–5% (часто достигает 15–18%), при котором каталитические реакции восстановления NO_x протекать не могут. В этом направлении ведутся работы, однако они не вышли за пределы лабораторных исследований.

Активное обезвреживание NO_x химическим методом не применимо в подземных условиях из-за высокой токсичности аммиака и сложности необходимого оборудования.

Одним из наиболее перспективных решений проблемы может быть перевод дизелей на питание водо-топливной эмульсией (ВТЭ). При работе дизеля на ВТЭ сокращается содержание оксидов азота с ОГ в 3–5 раз при резком снижении дымности выхлопа.

По данным специальных экспериментов, проведенных в ЦНИДИ, наличие воды во впрыскиваемой струе топлива понижает на 200–300°K максимальные локальные температуры пламени, что и дает эффект по снижению образования NO .

Механизм снижения дымности ОГ основывается на изменении процесса выгорания сажи в пламени. Вода, подаваемая в составе ВТЭ, в условиях высоких температур диссоциирует на ионы H^+ и OH^- , которые способствуют быстрому окислению частиц углерода (сажи).

При замене топлива водо-топливной эмульсией достигаются также дополнительные положительные эффекты:

— снижается теплонапряженность деталей дизеля, увеличивается их надежность (крышка цилиндра, клапана, поршень, поршневые кольца, гильза цилиндра);

— резко снижаются нагароотложения на поверхности камеры сгорания, выпускных клапанах, в выпускном коллекторе;

— уменьшается вероятность закоксовывания распылителя.

Для приготовления ВТЭ используются специальные устройства — диспергаторы (механические, гидравлические, ультразвуковые или иные). Конструктивно они не являются сложными, но размещение их на транспортном средстве затруднительно. Проблема, в принципе, решается путем организации приготовления ВТЭ на стационарных диспергаторах.

Для обеспечения требуемой дисперсности и временной стабильности ВТЭ, приготовленной на базе стандартных дизельных топлив, должны использоваться специальные добавки-эмульгаторы. Обычно для этого применяют различные поверхностно-активные вещества (ПАВ), вво-

димые в зависимости от их типа и технологии приготовления ВТЭ в исходное топливо, воду или в топливо и воду одновременно в количествах, обычно не превышающих 1 процента. Эмульгаторы этого типа не являются особо дефицитными, однако их доставка, хранение и дозировка несколько усложняют эксплуатацию дизельного оборудования.

Из-за наличия воды в составе ВТЭ ее объемная теплотворная способность значительно ниже, чем у чистого дизельного топлива. В связи с этим для сохранения мощности дизеля цикловая подача ВТЭ должна быть пропорционально увеличена. Однако запас по цикловой подаче у топливных насосов высокого давления обычно не превышает 20–30%, что вынуждает ограничиваться использованием лишь относительно низкоконцентрированной ВТЭ с содержанием воды не более 20–25% [2].

Для адаптации дизеля к работе на экологически более эффективных высококонцентрированных ВТЭ с содержанием воды 40–50% требуется либо снизить его мощность либо установить на нем топливный насос высокого давления с большей производительностью.

В условиях наземного дизельного оборудования могут иметь место также трудности, связанные с расслоением и вымораживанием воды из состава ВТЭ при низких отрицательных температурах. Для условий подземных горных выработок, где температура воздуха практически всегда положительна, такой проблемы практически не существует.

В целом, взвешивая все достоинства и недостатки ВТЭ применительно к ее использованию на дизельном оборудовании подземного назначения следует оценить ее безусловно «положительно», как единственный способ, радикально разрешающий проблему выбросов оксидов азота.

При использовании водо-топливных эмульсий в двигателях внутреннего сгорания практический интерес представляют обратные (вода в масле) эмульсии. Эмульсия получается в результате наличия двух конкурирующих процессов: диспергирования дисперсной фазы с образованием отдельных капель и коалесценции этих капель с образованием большого объема дисперсной фазы.

Коалесценция эмульсии дизельного топлива и воды происходит со скоростью, соизмеримой со скоростью диспергирования. Поэтому для создания устойчивых эмульсий применяются специальные вещества — эмульгаторы (стабилизаторы).

При выборе эмульгатора предпочтительно наличие однокомпонентных эмульгаторов. Однокомпонентный эмульгатор должен иметь товарную форму в виде концентрата в дизельном топливе. Эмульгатор должен быть химически и физически инертен к материалу топливной аппаратуры. Эмульгаторы должны быстро и без остатка растворяться в соответствующем компоненте ВТЭ. В зависимости от способа подачи в дизель получаемая ВТЭ должна обладать седиментационной стабильностью от 4 до 24 ч и стойкостью к коалесценции 5–40 суток.

Устойчивость эмульсии к коалесценции и седиментации характеризуется, соответственно, объемом Q_k водной фазы и объемом Q_c отстоя (верхнего, слабо концентрированного слоя эмульсии) в течение 6 дней и оценивается по проценту выделившейся чистой фазы в столбе эмульсии 120 мм.

Устойчивость концентрата дает положительные результаты при использовании оксипропилированных на 3 моля первичных жирных спиртов АП-3 и С-5А. Сочетание указанных веществ позволяет получить стабильность эмульсии. В таблице 13 приведены характеристики эмульсии при применении диспергатора УЗДН-1.

Оптимальный состав ВТЭ по всей вероятности будет при 60% С-5А и 40% АП-3. Приготовление ВТЭ возможно в заводских условиях, исходя из необходимого ее количества.

Эмульгатор вводится в эмульсию из расчета 0,75% активного вещества (ПАВ) на массу эмульсии. Навески эмульгатора производятся весовым способом, а топливо и вода дозируются объемным методом с использованием мерной посуды.

Топливо с введенным эмульгатором и вода двукратно пропускались через дисмембратор при расходе 60л/час. Плотность ВТЭ контролировалась ареометром.

Установка для приготовления ВТЭ (рисунок 1) представляет собой дисмембратор 5, соосно соединенный через упругую муфту 9 с электродвигателем 10. Дисмембратор и двигатель крепятся на раме 11. Дисмембратор представляет собой герметичный цилиндрический корпус 4, внутри которого расположены два диска 6. На встречных лопастях дисков в шахматном порядке установлены штифты 7. Один диск закреплен на полом валу 2, жестко закрепленном в корпусе, другой диск закреплен на вращающемся валу 8.

Таблица 1. Характеристики устойчивости ВТЭ

№ п/п	Состав эмульгатора, %		Q_k , мл	Q_c , мл
	С-5А	АП-3		
1	100	0	0	30
2	70	30	0	10
3	60	40	0	4
4	50	50	0,2	6
5	30	70	2	7

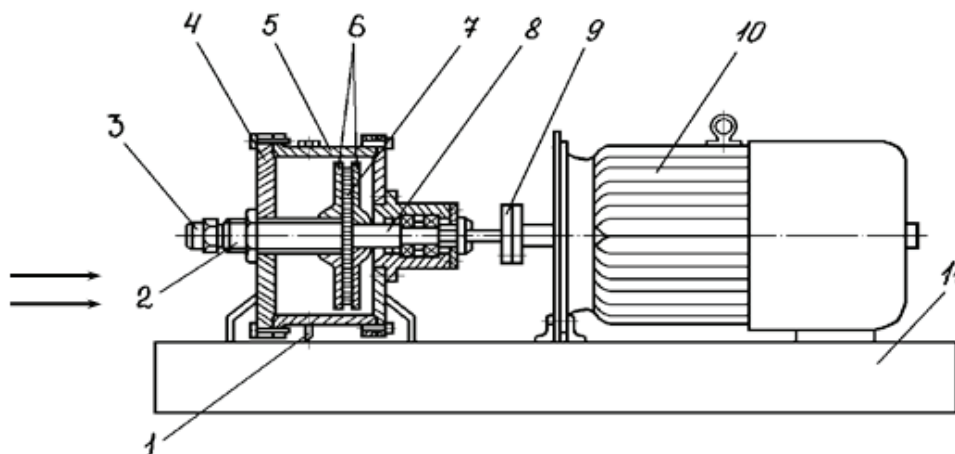


Рис. 1. Стенд для приготовления ВТЭ: 1 — сливное отверстие; 2 — полый вал; 3 — подача воды и топлива; 4 — корпус; 5 — дисмембратор; 6 — диски; 7 — штифты; 8 — вращающийся вал; 9 — муфта; 10 — электродвигатель; 11 — рама

Подача дизельного топлива и воды осуществляется через полый вал в центр невращающегося диска.

Приготовление ВТЭ происходит следующим образом: крутящий момент передается от двигателя через муфту на вращающийся вал дисмембратора. При вращении дисков одного относительно другого штифтами образуются зоны завихрения, в которых и происходит смешивание воды и топлива. Готовая ВТЭ удаляется через сливное отверстие 1 в нижней части корпуса.

Изменения концентрации токсичных компонентов в ОГ дизеля Д-240 при работе на дизельном топливе и ВТЭ с процентным содержанием воды $g_b = 0, 20, 30$ и 40% (по массе) представлены на рисунках 63–64. Содержание в ОГ NO_2 снижается от 1,5 до 5 раз при применении ВТЭ $g_b = 30\%$ и от 2 до 10 раз при применении ВТЭ

$g_b = 40\%$, дымность снижается от 2 до 5 раз. Содержание СО на режимах от $P_e = 0,3$ МПа до $P_e = 0,6$ МПа остается практически неизменным, однако на режимах, близких к холостому ходу, или высоких нагрузках содержание оксида углерода в ОГ начинает расти, причем тем больше, чем больше концентрация воды в ВТЭ.

Из приведенных данных следует, что оптимальным составом ВТЭ для дизеля Д-240 является эмульсия с содержанием воды до 30% (по массе). Применение эмульсии с более высокой концентрацией воды ограничено, вследствие возрастания образования оксида углерода, особенно на режимах, близких к холостому ходу.

При работе дизеля на ВТЭ каталитические нейтрализаторы сохраняют эффективность очистки газов на уровне, характерном для работы дизеля на дизельном топливе.

Литература:

1. Смайлис, В. И. Критерии технико-гигиенической оценки двигателей внутреннего сгорания как источника загрязнения воздуха. Сб. «Совершенствование рабочего процесса дизелей». Труды ЦНИДИ, вып.57. — Л., 1968. — 134 с.
2. Циборовский, Я. Основы процессов химической технологии. — М.: Химия, 1967. — 164 с.

Исследование показателей качества обогащенных макаронных изделий

Долматова Ирина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
 Зайцева Татьяна Николаевна, кандидат биологических наук, доцент;
 Иванова Галина Дмитриевна, студент;
 Персецкая Ксения Михайловна, студент
 Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова (Челябинская обл.)

На современном этапе производства продуктов питания с учетом основных направлений государ-

ственной политики в области здорового питания является создание технологий производства качественно новых

пищевых продуктов с направленным изменением химического состава, в том числе продуктов лечебно-профилактического назначения; а также ликвидация существующего дефицита витаминов, макро-, микроэлементов и других незаменимых нутриентов. При этом происходит ориентация производителей на производство обогащенных продуктов питания, ориентированных на массовых потребителей. В России основными продуктами питания являются хлебобулочные и макаронные изделия. В связи с этим макаронная отрасль активно участвует в создании и производстве макаронных изделий лечебно-профилактического назначения и обогащенного химического состава путем использования различных пищевых добавок, дополнительных нутриентов, а также нетрадиционных видов сырья и продуктов их переработки. [1, 2]

Для производства традиционных видов макаронных изделий основным сырьем является макаронная мука из твердой пшеницы (дурум) по ГОСТ 31463–2012; мука из мягкой стекловидной пшеницы по ГОСТ 12306–66; мука пшеничная хлебопекарная; мука высшего сорта (крупка), отбираемая при хлебопекарном помоле по ГОСТ Р 52189–2003 с высоким содержанием клейковины хорошего качества. Данные виды сырья отличаются высоким содержанием клейковины. [5, 6]

С целью обогащения макаронных изделий биологически активными веществами и создания макаронных изделий лечебно-профилактического назначения была разработана рецептура лапши с частичной заменой пшеничной муки высшего сорта на льняную муку.

Льняная мука издавна применяется для очищения и оздоровления организма. Она получается из семян льна после отжима из них масла.

Анализ химического состава льняной муки показывает, что она богата растительным белком, который легко усваивается организмом (92%). Аминокислотный состав белков льняной муки характеризуется высоким содержанием аргинина, валина, лейцина, фенилаланина, тирозина и изолейцина. По содержанию триптофана, метионина и цистина белок льняной муки превосходит белки пшеницы [7].

Содержание клетчатки в льняной муке достигает 30% от общей массы. Она сокращает время пребывания пищи в желудочно-кишечном тракте, ускоряет процесс ее выведения, способствует очищению организма, что нормализует работу кишечника. Клетчатка замедляет усвоение жиров и углеводов и снижает уровень холестерина.

Химический состав льняной муки богат необходимыми минеральными элементами (калий, магний, селен); витаминами группы В (В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₇, В₉), необходимыми для полноценной работы иммунной системы, мозга, органов зрения, нервной и сердечно-сосудистой систем. Традиционная рецептура лапши домашней представлена в таблице 1.

При проведении исследований была произведена замена пшеничной муки на льняную на 5, 10, 15% от массы основного сырья. Расчет рецептуры представлен в таблице 2.

Технологический процесс приготовления. В холодную воду вводят сырые яйца, соль, перемешивают, добавляют муку и замешивают крутое тесто, которое выдерживают 20–30 мин для того, чтобы оно лучше раскатывалось. Куски готового теста кладут на стол, посыпанный мукой, и раскатывают в пласт толщиной 1–1,5 мм. Пересыпанные мукой пласты складывают один на другой, нарезают их на плоскости шириной 35–45 мм, которые, в свою очередь, режут поперек полосками шириной 3–4 мм или соломкой. Лапшу раскладывают на посыпанные мукой столы слоем не более 10 мм и подсушивают 2–3 ч при температуре 40–50°C. [3]

Варочные свойства макаронных изделий являются одним из основных качественных показателей и характеризуются:

- длительностью варки до готовности;
- количеством поглощенной воды;
- потерей сухих веществ;
- прочностью сваренных изделий;
- степенью слипаемости.

Все вышеперечисленные показатели определяют вкусовые достоинства макаронных изделий, а степень их усваиваемости определяются такими показателями, как количество поглощенной воды, прочность сваренных изделий и степень их слипаемости.

Потребительскую ценность макаронных изделий определяют такие показатели, как длительность варки до готовности и потеря сухих веществ. На варочные свойства макаронных изделий влияют в той или иной степени плотность изделий, определяемая давлением прессования, качество муки (в первую очередь количество и качество клейковины), форма изделий, а также степень шероховатости их поверхности.

Чем выше плотность изделий, тем меньше сухих веществ переходит в варочную воду, тем более прочными

Таблица 1. «Лапша домашняя» традиционная рецептура

Наименование продуктов	Масса брутто (г)	Масса нетто (г)	Масса нетто (г)
Мука пшеничная	875	875	87,5
Мука на подпыл	60	60	6
Яйца	6,25 шт.	250	25
Вода	175	175	17,5
Соль	25	25	2,5
Выход		1000	100

Таблица 2. Расчет замены пшеничной муки на льняную

Наименование продуктов	Масса нетто (г)
5%	
Мука пшеничная	83,1
Мука льняная	4,4
Мука пшеничная на подпыл	6
Яйца	25
Вода	17,5
Соль	2,5
Выход	100
10%	
Мука пшеничная	78,8
Мука льняная	8,8
Мука пшеничная на подпыл	6
Яйца	25
Вода	17,5
Соль	2,5
Выход	100
15%	
Мука пшеничная	74,4
Мука льняная	13,1
Мука пшеничная на подпыл	6
Яйца	25
Вода	17,5
Соль	2,5
Выход	100

остаются они после варки и лучше сохраняют форму. Однако с повышением плотности изделий увеличивается длительность варки их до готовности и снижается количество поглощенной при варке воды.

Продолжительность тепловой обработки традиционной и обогащенной лапши представлена в таблице 3.

Исследование варочных свойств опытных образцов макаронных изделий показало, что увеличение прочности сухих макаронных изделий ведет к увеличению продолжительности варки их до готовности: с 6 мин. для контрольного образца до 10–13 мин. для опытных образцов. Увеличение продолжительности варки до готовности снижает одно из главных достоинств макаронных изделий — быстроту их приготовления; потеря сухих веществ во время варки вызывает либо потерю части питательных веществ изделий (при сливании варочной жидкости для пригото-

вления вторых блюд), либо помутнение бульона (при употреблении изделий в качестве суповых заправок).

Первостепенное значение при выборе потребителями продуктов питания имеют органолептические показатели. Для группы макаронных изделий такими показателями являются — внешний вид изделий, вкус, запах, консистенция, состояние поверхности, состояние изделий после варки.

Результаты органолептической оценки качества традиционной и обогащенных макаронных изделий представлены в таблице 4.

Результаты балльной оценки представлены в таблице 5.

При выборе оптимальной дозировки частичной замены муки пшеничной высшего сорта на льняную муку учитывали органолептические показатели продукции, а они таковы:

Таблица 3. Продолжительность тепловой обработки лапши обычной и обогащенной

Образцы	Время тепловой обработки, (мин)
Лапша домашняя (традиционная рецептура)	6
Обогащенные макаронные изделия	
5%	7
10%	10
15%	13

Таблица 4. Результаты органолептической оценки качества

Показатели	Исследованные образцы			
	«Лапша домашняя» (традиционная технология)	Изделия с частичной заменой льняной мукой		
		5%	10%	15%
Цвет	Однотонный с кремовым оттенком, соответствующий сорту муки, без следов непромеса	Однотонный с желтовато-коричневым оттенком, без следов непромеса	Светло-коричневый, однотонный, без следов непромеса	Темно-коричневый, однотонный, без следов непромеса
Вкус	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Свойственный данному виду изделия, значительных отличий нет	Своеобразный, приятный вкус	Своеобразный, приятный вкус. Более сильный по сравнению с 10% заменой.
Запах	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Имеется легкий своеобразный запах, не портящий изделие	Имеет своеобразный запах, не портящий изделие
Форма поверхности	Полоски плоской формы шириной 2мм	Полоски плоской формы шириной 2мм	Полоски плоской формы шириной 2мм	Полоски плоской формы шириной 2мм
Состояние изделий после варки	Форму сохранили, в размере увеличились в 1,8 раза.	Форму сохранили, в размере увеличились в 2раза.	Форму сохранили, в размере увеличились в 1,9 раза.	Увеличились в 2 раза. Форма сохранилась хорошо

Таблица 5. Балльная оценка макаронных изделий

Показатели	«Лапша домашняя» (традиционная технология)	Макаронные изделия с частичной заменой льняной мукой		
		5%	5%	5%
Цвет	4,6	4,8	5,0	4,8
Вкус	4,8	4,6	4,4	3,4
Запах	4,8	4,4	5,0	4,6
Консистенция	4,8	4,6	4,4	3,6
Состояние поверхности	5,0	5,0	5,0	4,6
Состояние изделий после варки	4,6	5,0	5,0	4,8
Средний балл	4,76	4,73	4,80	4,30

— Образец 1 (5% замены пшеничной муки льняной). При внесении льняной муки в количестве 5% макаронные изделия имеют светло-коричневый цвет; запах, свойственный макаронным изделиям, без постороннего запаха и привкуса; макаронные изделия хорошо сохраняют форму поверхности и состояние изделий после варки соответствует литературным данным. Балльная оценка качества органолептических показателей составила 4,73 балла.

— Образец 2 (10% замены пшеничной муки льняной). При внесении льняной муки в 10% макаронные изделия имеют светло-коричневый цвет; вкус и запах приятный, с преобладанием ненавязчивого запаха льняной муки. Балльная оценка качества органолептических показателей составила 4,80 балла.

— Образец 3 (15% замены пшеничной муки льняной). При внесении льняной муки в количестве 15% к массе муки макаронные изделия имеют темно-коричневый цвет, запах, свойственный льняной муке, в сваренных изделиях чувствуются твердые частички (крупинки). Балльная оценка качества органолептических показателей составила 4,30 балла.

Таким образом, установлено, что макаронные изделия, приготовленные из пшеничной хлебопекарной муки с использованием льняной муки, обладают более высокими показателями варочных свойств, что свидетельствует о положительном эффекте их использования при производстве макаронных изделий из хлебопекарной муки. При этом оптимальная дозировка составляет 10% льняной муки от массы пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта.

Литература:

1. Долматова, И. А., Зайцева Т. Н., Иванова Г. Д. Использование нетрадиционного сырья в производстве макаронных изделий [Текст]: материалы IX Международной науч. — практ. конф. «Качество продукции, технологий и образования» — Магнитогорск: Изд-во гос.техн.ун-та им. Г.И. Носова, 2014. — с. 71–73.
2. Долматова, И. А., Зайцева Т. Н., Иванова Г. Д. Обогащение макаронных изделий растительными компонентами [Текст]: материалы международной науч. — практ. конф. «Актуальные проблемы развития общественного питания и пищевой промышленности» — Белгород, 2014. с. 208–210.
3. Долматова, И. А., Зайцева Т. Н., Иванова Г. Д. Разработка технологии производства макаронных изделий, обогащенных растительными компонентами [Текст]: материалы 72-й международной науч. — техн. конф. «Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: / под ред. В. М. Колокольцева. — Магнитогорск: Изд-во гос.техн.ун-та им. Г.И. Носова, 2014. Т. 1. с. 229–233.
4. Долматова, И. А., Зайцева Т. Н., Персецкая К. М., Иванова Г. Д. Стандартизация и система управления качеством производства макарон на предприятиях Челябинской области [Текст]: научный журнал «Молодой ученый», № 19 (78), ноябрь-2014 г. — с. 197–199.
5. Долматова, И. А., Иванова Г. Д. Сравнительная экспертиза макаронных изделий промышленного производства [Текст]: материалы Инновационного конвента «Кузбасс: образование, наука, инновации»: — Кемерово; Новокузнецк: Изд. Центр СибГИУ, 2014. — с. 108–110.
6. Корячкина, С. Я., Осипова Г. А., Хмельова Е. В. Совершенствование технологий хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий функционального назначения [Текст]: монография / Под ред. д-ра техн. наук, проф. С. Я. Корячкиной. — Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет — УНПК», 2012. — 262с.
7. Химический состав российских пищевых продуктов [Текст]: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. — М.: ДеЛи принт, 2002. — 236 с.

Основные направления и перспективы развития малого предпринимательства в Магнитогорске

Долматова Ирина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Семьянова Евгения Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук;
Курочкина Татьяна Ивановна, студент;
Быстрова Анастасия Александровна, студент
Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова (Челябинская обл.)

Повышение роли малых предприятий в экономике является составной частью экономической политики России. Развитие созданных и формирование новых малых предприятий является условием формирования конкурентной рыночной среды, фактором преодоления монополизма в производстве и других сферах деятельности. [5]

С помощью малого предпринимательства происходит развитие экономического сектора, создаются дополнительные рабочие места и увеличиваются налоговые поступления в бюджеты всех уровней. [6]

Малые предприятия являются источником налоговых поступлений и участвуют в формировании бюджетов на всех уровнях. Ведь все предприниматели осуществляют отчисления в бюджет от доходов своих компаний, предлагают людям работу, таким образом, являясь одним из основных источников доходов населения, способствуют сбору налогов с физических лиц. [2]

Развитие малого и среднего предпринимательства в сфере потребительского рынка способствует «здоровой» конкуренции в данной отрасли, стабилизации

уровня цен, не позволяя крупным «игрокам» (торговым сетям) диктовать свои условия на рынке.

Малый и средний бизнес присутствует во всех отраслях экономики Челябинской области, в его деятельность вовлечены все социальные группы населения. Челябинская область является одним из наиболее крупных в экономическом отношении субъектов Российской Федерации. Среди регионов РФ область занимает 3 место по производству скота и птицы на убой в живом весе, 8 место по объему отгруженной продукции в обрабатывающих производствах, 9 место по вводу жилья, 12 место по обороту розничной торговли, 14 место по объему платных услуг населению. В Челябинской области выпускается каждая 4-я тонна проката и стали, каждая 9-я тонна стальных труб, каждый 4-й кг (1 место) макаронных изделий всероссийского выпуска.

Область обладает значительным производственным, трудовым и научным потенциалом, разнообразной ресурсной базой, развитой инфраструктурой и выгодным транспортно-географическим положением, уникальными природно-климатическими условиями. Для раз-

вития предпринимательской деятельности и разработке инвестиционных проектов в регионе и г. Магнитогорске служит наличие достаточно широкой ресурсной базы и высококвалифицированных кадров.

Малое предпринимательство играет важную роль в решении социально-экономических задач Челябинской области и города Магнитогорска, способствуя насыщению потребительского рынка товарами и услугами, а также обеспечивая занятость трудоспособного населения.

Показатели развития малого и среднего предпринимательства в динамике за 2013–2014 гг. представлены в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 свидетельствует о том, что в 2014 году произошло снижение количества субъектов малого и среднего предпринимательства на 83 единицы, причем малые предприятия (юридические лица) увеличились на 886 единиц, а количество индивидуальных предпринимателей уменьшилось на 969 единиц. Скорее всего, это связано с экономической ситуацией в России и введением санкций Евросоюзом.

Основной задачей развития предпринимательства в Челябинской области является обеспечение занятости населения. По оценке на 1 января 2014 года среднеспи-

сочная численность занятых в сфере малого и среднего предпринимательства составила 563,7 тысячи человек (33,8 процента от общей численности занятых в экономике Челябинской области).

Наибольшее число действующих в настоящее время малых предприятий в городе Магнитогорске сосредоточено в таких вида деятельности, как оптовая и розничная торговля (66,47%), образование (9,21%), операции с недвижимостью (7,42), строительство (4,85), обрабатывающее производство (3,82%), гостиничный и ресторанный бизнес (3,8%) и т.д. (рисунок 1). [3]

Оборот розничной торговли крупных и средних организаций за 12 месяцев 2014 года в действующих ценах вырос на 23, % по сравнению с аналогичным показателем 2013 года и составил 20,6 млрд. рублей. Оборот общественного питания за тот же период составил 978,2 млн. рублей и вырос на 31,6% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. По итогам 2013 года общее количество субъектов малого и среднего предпринимательства составило 124,3 тысячи единиц, в том числе: 38,6 тысячи малых предприятий — юридических лиц, 84,3 тысячи индивидуальных предпринимателей, 1 тысяча крестьянских (фермерских) хозяйств, 360 средних предприятий — юри-

Таблица 1. Развитие малого и среднего предпринимательства в г. Магнитогорске

Показатели	2013 год	2014 год
Количество субъектов малого и среднего предпринимательства, всего, единиц, в том числе	16651	16568
— малых предприятий (юридические лица)	5508	6394
— средних предприятий (юридические лица)	40	40
— индивидуальных предпринимателей	11103	10134
Среднесписочная численность работников субъектов малого и среднего предпринимательства, всего, человек	47840	50469
— малых предприятий (юридические лица)	27929	30687
— средних предприятий (юридические лица)	7032	7133
— индивидуальных предпринимателей	12879	12649

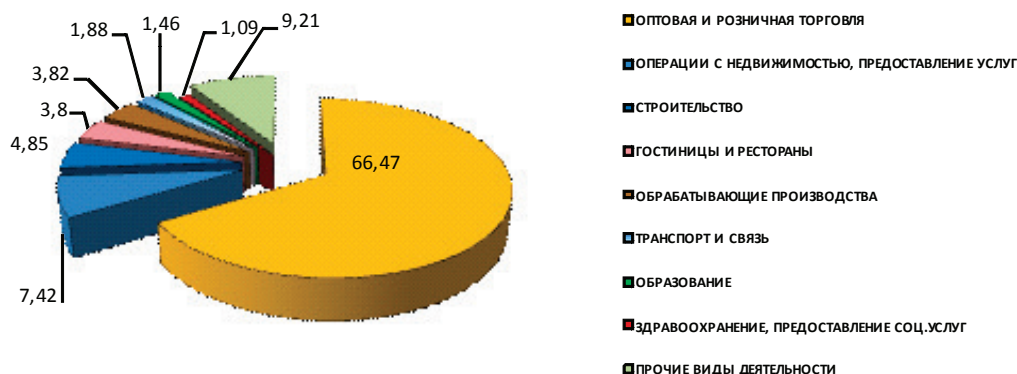


Рис. 1. Отраслевая структура малого и среднего предпринимательства г. Магнитогорска, %

дических лиц. В сфере торговли действуют 33,1% средних предприятий, 30,8% — в обрабатывающих производствах, 15,6% приходится на предприятия строительства, транспорта и связи.

Потребительский рынок товаров и услуг в городе Магнитогорске представлен в таблице 2. [3]

Данные, представленные в таблице 2, свидетельствуют о том, что за 2010–2014 года наблюдается снижение

Таблица 2. Потребительский рынок города Магнитогорска

Наименование показателей	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Организации розничной торговли, единиц	2 462	2 585	2 589	2 700	2 104
Организации общественного питания, единиц	514	519	513	538	542
Предприятия бытового обслуживания, единиц	642	673	696	730	1 001
Индекс физического объёма в сопоставимых ценах в% к предыдущему году	117,6	123,7	131,0	102,7	95,7
Индекс физического объёма в сопоставимых ценах в% к предыдущему году	101,6	99,2	99,5	94,8	149,2
Индекс физического объёма в сопоставимых ценах в% к предыдущему году	101,6	99,2	99,5	94,8	93,8

единиц предприятий розничной торговли, что, скорее всего, связано с развитием сетевого бизнеса. В сфере общественного питания и предприятий бытового обслуживания наблюдается устойчивый рост. [1]

В соответствии с Постановлением Правительства Челябинской области от 19 ноября 2014 г. N 594-П «О государственной программе Челябинской области «Комплексная поддержка и развитие малого и среднего предпринимательства в Челябинской области на 2015–2017 годы» предусматривается реализация мероприятий по восьми основным направлениям:

- 1) устранение административных барьеров и совершенствование законодательства в сфере развития малого и среднего предпринимательства;
- 2) содействие развитию малого и среднего предпринимательства на муниципальном уровне;
- 3) финансовая поддержка субъектов малого и среднего предпринимательства;
- 4) развитие объектов инфраструктуры поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства;
- 5) совершенствование механизмов использования областного и муниципального имущества для развития субъектов малого и среднего предпринимательства;
- 6) развитие потребительского рынка;
- 7) содействие в формировании и развитии кадрового резерва для субъектов малого и среднего предпринимательства;
- 8) информационная поддержка субъектов малого и среднего предпринимательства, пропаганда и популяризация предпринимательской деятельности. [4]

В городе Магнитогорске разрабатываются и реализуются различные меры по развитию малого предпринимательства, повышению его роли в формировании конкурентной экономической среды. Руководством осваиваются новые направления государственной поддержки малого бизнеса, которые позволяют организовать рыночную инфраструктуру, ориентируют субъекты малого предпринимательства на решение приоритетных экономических задач и расширение города и области в целом.

В городе Магнитогорске в целях развития инфраструктуры поддержки малого и среднего предпринимательства, развития инновационного малого бизнеса, молодежного, женского и семейного предпринимательства создано муниципальное бюджетное учреждение «Магнитогорский инновационный бизнес-инкубатор» (МБУ «МИБИ»).

МБУ «МИБИ» предоставляет следующие услуги:

- 1) имущественная поддержка (предоставление офисных помещений в аренду) субъектам малого, инновационного, женского, молодежного предпринимательства при условии наличия свободных помещений, укомплектованных мебелью, оргтехникой, необходимого технического оснащения;
- 2) консультационная поддержка субъектов малого предпринимательства.

В настоящее время в бизнес-инкубаторе размещены 9 резидентов — субъекты инновационной деятельности, субъекты молодежного, женского предпринимательства.

Приоритетные области экономики, в рамках которых осуществляется работа МБУ «МИБИ», — энергосбережение и информационные технологии, альтернативная энергетика, интеллектуальные системы, молодежное и женское предпринимательство, инновации в технической и конструкторской сфере. [3]

Литература:

1. Долматова, И. А., Котова Т. И., Рябова В. Ф. Современные тенденции развития рынка предприятия общественного питания г. Магнитогорска [Текст]: материалы Всероссийской научно-практической конференции Современное состояние и перспективы развития общественного питания в России. Магнитогорск, 2014. С. 10–12.

- менное состояние и перспективы развития индустрии питания и гостеприимства: — Омск: АНО ВПО Омский экономический ин-т, 2012. — Т. 1. — с. 34–41.
2. Жуковец, М. В. Совершенствование управления развитием малого бизнеса в розничной торговле // Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — <http://minsk-zhukovec-m-v>
 3. Официальный сайт города Магнитогорска [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — magnitog.ru
 4. Постановление Правительства Челябинской области от 19 ноября 2014 г. N 594-П «О государственной программе Челябинской области «Комплексная поддержка и развитие малого и среднего предпринимательства в Челябинской области на 2015–2017 годы» [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — magnitog.ru
 5. Шпилькина, Т. А. Малые предприятия и их роль в современной рыночной экономике [Текст] / Т. А. Шпилькина // Финансовые проблемы экономического роста / Под ред. проф. Селезнева А. З. М.: Изд-во Академии труда и социальных отношений, 2006. — с. 110–120.
 6. Шпилькина, Т. А. Эффективность и ее значение в управлении предприятием [Текст] / Т. А. Шпилькина // Деятели апрельские экономические чтения: материалы традиционной научной конференции, проводимой на факультете экономики и менеджмента ОмГПУ с 1995 г. — Омск: Издательство ОмГПУ, 2004. с. 91–93.

Выполнение и редактирование спецификаций сборочных чертежей в современных графических системах проектирования

Дятлов Максим Николаевич, старший преподаватель;
Ислямгалиев Арстан Игоревич, студент;
Брагин Дмитрий Юрьевич, студент;
Лебедев Алексей Витальевич, старший преподаватель
Волгоградский государственный технический университет

Перед специалистами конструкторских и технологических подразделений, которые переходят или планируют перейти на автоматизированную разработку конструкторской документации, встает вопрос, какую именно систему выбрать из тех, что предлагает рынок. Сейчас пользователь имеет возможность выбора из нескольких зарубежных и отечественных систем разного класса и разной стоимости. Выбор базовой системы имеет принципиальный характер и оказывает огромное влияние как на сроки реализации программ автоматизации, так и на скорость достижения реальных результатов, ради которых, собственно, и затеваются мероприятия по автоматизации [1].

Современные графические системы проектирования позволяют быстро и качественно выполнять сложные чертежи, при этом в несколько раз сокращается время, затрачиваемое на создание и редактирование графических объектов.

Таким образом, сокращается время и стоимость разработки и выпуска продукта. Для этой цели используются технологии автоматизированного проектирования (computer-aided design — CAD), автоматизированного производства (computer-aided manufacturing — CAM) и автоматизированной разработки или конструирования (computer-aided engineering — CAE) [2, с. 17].

В настоящее время существует множество CAD/CAM/CAE — систем и все они многофункциональны,

применяются в различных отраслях (машиностроение, приборостроение, строительство и т.д.).

Системы автоматизированного проектирования в машиностроении можно классифицировать по уровню возможностей, предоставляемых системой (таблица 1) [3].

К интегрированным системам можно отнести программы комплексного трехмерного твердотельного и поверхностного параметрического моделирования с широким набором специализированных модулей, библиотеками, средствами анализа, управления проектом, разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ, возможностью оформления чертежей, обмен данными, и т.д. — CAD/CAM/CAE/PDM [4].

При создании сборочных чертежей и проектно-конструкторской документации преимущества использования компьютерных технологий проявляются еще более значительно.

Одним из самых главных документов, сопровождающих сборочное изделие, является спецификация.

Вполне очевидно, что автоматизация процесса конструирования была бы неполной и малоэффективной без наличия в графическом редакторе инструментальных средств, обеспечивающих быструю подготовку и оформление различной конструкторской документации. Ведь известно, что доля времени, уделяемая проектировщиком на подготовку документации, не на много уступает времени, затрачиваемому на собственно проектирование. К слову,

Таблица 1. Типичные системы CAD/CAM/CAE

Область применения	Программы	Интегрированные системы
CAD: двумерные чертежи	AutoCAD LT, AutoCAD Mechanical, КОМПАС-ГРАФИК, nanoCAD Механика, T-FLEX CAD 2D	CATIA, NX, Pro/ENGINEER
CAD: твердотельное моделирование	SolidWorks, SolidEdge, Inventor, КОМПАС-3D, T-FLEX CAD 3D	
CAM	ADEM, T-FLEX ЧПУ, Mastercam, SolidCAM, EdgeCAM	
CAE	Ansys, Nastran, APM WinMachine	

на сегодня именно функционал по подготовке технической документации является принципиальным отличием CAD — систем от других программ для трехмерного моделирования (используемых, например, для дизайна или анимации) [5, с. 420].

Существует целый ряд систем, которые обладают развитыми функциональными возможностями при доступной стоимости. Такого рода системы являются системами твердотельного моделирования.

Такие системы проектирования сейчас в нашей стране наиболее распространены и применяются в различных отраслях производства. Они позволяют создавать двумерные чертежи и твердотельные модели изделий, при этом обладая различными расчетными модулями. Эти системы сравнительно недороги, обладают доступным интерфейсом, т.е. освоение подобных программ возможно в кратчайшие сроки, что является не маловажным фактором для предприятий. Наиболее распространенными системами твердотельного моделирования в нашей стране являются: SolidWorks, AutoCAD и КОМПАС-3D. На примерах этих программ рассмотрим возможности создания спецификаций.

В базовой версии автоматизированной системы AutoCAD отсутствуют, какие либо дополнения или приложения для значительной автоматизации процесса создания и редактирования спецификаций сборочных чертежей. Для создания таблиц спецификаций в основном используются графические примитивы (команды «отрезок» или «прямоугольник»), а также есть возможность использовать настраиваемые стили таблиц (команда «таблица»). После применения команды «таблица» шаблон спецификации необходимо редактировать, т.к. начальная заготовка шаблона не соответствует ГОСТу. Названия и обозначения объектов спецификации выполняются с применением текстового редактора программы.

Пакет конструкторских программ SolidWorks позволяет выполнять спецификации вручную и с помощью программы SWR — Спецификация. Эта программа является приложением SolidWorks, которая приобретается за дополнительную оплату и значительно повышает производительность процессов выполнения и редактирования проектно-конструкторской документации. Функ-

циональные возможности программы SWR — Спецификация позволяют отслеживать изменения в документах SolidWorks и автоматизировать процесс создания и редактирования спецификаций.

В состав программного комплекса КОМПАС — 3D входит модуль проектирования спецификаций, предназначенный для проектирования электронных спецификаций на базе двумерных или трехмерных сборочных чертежей. Использование специализированного модуля проектирования спецификаций позволяет устанавливать ассоциативные связи между сборочным чертежом и спецификацией. После подключения геометрии объектов сборочного чертежа к объектам спецификации система автоматически отслеживает изменения в документе спецификации и сборочном чертеже и вносит соответствующие коррективы. Установление ассоциативной связи между сборкой и спецификацией целесообразно для сборочных чертежей, состоящих из большого количества деталей (более 100), что значительно снижает количество ошибок заполнения и редактирования спецификаций.

Применяя модуль проектирования спецификаций КОМПАС — 3D мы пришли к выводу, что процесс выполнения и редактирования спецификаций осуществляется тремя способами. Хотя данная классификация является условной. Первый способ — выполнение спецификаций, при использовании минимума сервисных возможностей. Второй способ — выполнение спецификаций в полуавтоматическом режиме. Третий способ — выполнение спецификаций в автоматическом режиме.

Способ выполнения спецификации, при использовании минимума сервисных возможностей:

- готовые шаблоны листов спецификации;
- ввод данных вручную.
- Выполнение спецификаций в полуавтоматическом режиме:

- готовые шаблоны листов спецификации;
- выбор названий разделов и подразделов спецификации из готовых шаблонов;
- автоматическая простановка номеров позиций элементов сборки при добавлении их названий в спецификацию;

— автоматическая нумерация листов спецификации;
 — вставка названий и обозначений стандартных деталей и материалов из конструкторской библиотеки.

Выполнение спецификаций в автоматическом режиме:

— элементы полуавтоматического способа;
 — подключение геометрии к объекту спецификации (удаление объекта спецификации при удалении геометрии детали на сборочном чертеже и удаление геометрии детали при удалении объекта спецификации);

— связь номеров позиций сборочного чертежа и спецификации.

Достаточная простота и наглядность программы, удобство обмена данными с чертежом, позволят конструктору

быстро и легко составить, отредактировать и распечатать спецификацию проекта в соответствии с ЕСКД, а также сохранить ее отдельно либо в файле чертежа сборки.

Проанализировав возможности современных автоматизированных систем твердотельного моделирования по созданию и редактированию спецификаций сборочных чертежей, можно сделать вывод, что это не просто цифровая замена чертежей, сделанных при помощи чертежных инструментов (карандаша, циркуля и т.д.). Это мощные многофункциональные средства проектирования, которые значительно экономят время и затраты труда проектировщиков, каждого конкретного предприятия.

Литература:

1. Дятлов, М.Н. Современные машиностроительные системы проектирования легкого класса /М. Н. Дятлов, А.Н. Тодоров// Тезисы МНПК «Инновационные информационные технологии», Прага, 22–26 апреля 2013 г. — с. 118–120.
2. Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). — СПб.: Питер, 2004. — 560 с.: ил.
3. Ханов, Г.В. Автоматизация проектирования несущих конструкций специальных машин на начальном этапе проектирования / Ханов Г. В., Тодоров А. Н., Дятлов М. Н. // Известия ВолгГТУ. Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении». Вып. 10: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. — Волгоград, 2013. — № 20 (123). — С. 71–73
4. Ханов, Г.В. Твердотельное геометрическое моделирование в ходе подготовки магистров/ Г.В. Ханов, Е.Н. Асеева, М.Н. Дятлов //Изв. ВолгГТУ. Серия «Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе». Вып. 7: межвуз. сб. науч. ст./ ВолгГТУ. — Волгоград, 2010. — № 8. — С.199–203.
5. Кидрук, М. И. КОМПАС — 3D V10 на 100% (+CD). — СПб.: Питер, 2009. — 560 с.: ил. — (Серия «На 100%»).

Исследование водостойкости геополимерных вяжущих с комплексной добавкой

Ерошкина Надежда Александровна, кандидат технических наук, инженер-исследователь;

Коровкин Марк Олимпиевич, кандидат технических наук, доцент;

Тымчук Екатерина Ильинична, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Приводятся результаты исследования влияния комплексной добавки из смеси гидроксида кальция и сульфата алюминия на прочность и водостойкость вяжущего на основе активированных щелочью дисперсных горных пород — дацита и гранита. Установлено, что комплексная добавка снижает прочность и водостойкость вяжущих.

Ключевые слова: геополимер, дацит, гранит, водостойкость, кальция гидроксид, алюминия сульфат.

Введение

История развития геополимерных материалов связана с именами французского ученого J. Davidovits [1] и японских исследователей Iwahiro, Y. Nakamura, R. Komatsu, K. Ikeda [2], заложивших основы технологии геополимеров. В трактовке Джозефа Давидовича под геополимером следует понимать материал, обладающий повышенным содержанием SiO₂ и Al₂O₃, например, микрокремнезем или метакаолин, активированный силь-

нощелочным раствором. Объяснение процессам, позволяющим достигнуть высокой прочности, можно найти в работе [3]. Muraуата и другие [3] доказали, что ион OH⁻ в щелочном растворе влияет на степень растворения Si⁴⁺ и Al³⁺, содержащихся в алюмосиликатных материалах.

Работы зарубежных ученых, занимающихся совершенствованием технологии геополимеров, направлены на замену этими материалами портландцемента, доминирующего в современном строительстве вяжущего [1–3]. Разработка водостойких материалов на основе тонко-

измельченных горных пород сопряжена с определенными проблемами, одной из которых является трудно поддающееся управлению образование геля кремниевой кислоты, выделение которого является причиной снижения прочности при воздействии на затвердевшее вяжущее воды [4].

Для создания водостойких вяжущих необходимо подобрать композицию геополимерного вяжущего таким образом, чтобы гель кремниевой кислоты можно было связать в труднорастворимые соединения. Возможными путями решения этой проблемы может стать применение химических и минеральных добавок на основе алюмосиликатных соединений [4]. Ранее проведенные исследования показали, что в качестве сырья для получения геополимерных вяжущих наиболее подходят дисперсные магматические горные породы [5–10].

Целью данной работы является оценка возможности использования минеральных добавок в качестве модификаторов, способных повысить прочность, снизить водостойкость и водопоглощение вяжущих.

Методы и материалы

В настоящей работе в качестве минеральных добавок были исследованы гидратная известь и сульфат алюминия, которые вводились в смесь вяжущего в порошкообразном состоянии. Дозировка указанных добавок приведена в таблице 1.

Для исследования применялись два вида вяжущих — на основе дацита и гранита, полученные измельчением

и активацией этих горных пород. Помол горных пород проводился в шаровой мельнице до удельной поверхности 600 м²/кг.

Приготовление формовочной смеси осуществлялось в фарфоровой ступе, в которой смесь перетиралась и затворялась щелочным раствором до влажности 14%. Содержание NaOH составляло 5% от массы горной породы.

Образцы цилиндрической формы диаметром и высотой 2 см для определения прочностных характеристик изготавливались прессованием в пресс-формах при давлении прессования 25 МПа. Часть образцов твердела в естественно-влажностных условиях, а другая часть подвергалась двухстадийной тепловой обработке. На первой стадии тепловая обработка проводилась при температуре изотермической выдержки 80°C, на второй — при сухом прогреве при температуре 200 или 250°C.

Результаты эксперимента и их обсуждение

Предел прочности при сжатии образцов определялся после каждой стадии тепловой обработки, а также после твердения в нормально-влажностных условиях. Образцы, твердевшие в естественных условиях, испытывались через 7, 28 и 60 суток. Наряду с оценкой показателя прочности при сжатии определялся коэффициент водостойкости, мерой которого служит коэффициент размягчения. Результаты испытания предела прочности при сжатии, а также водостойкости представлены в таблице и на рис.1.

Таблица 1. Влияние добавки и температуры на набор прочности вяжущих на основе горных пород

№ п/п	Горная порода	Содержание добавки, % от массы вяжущего			Физико-механические характеристики после тепловой обработки при t _{изот}						Коэффициент размягчения после Т0 при t _{изот} = 250°C
					80°C		200°C		250°C		
		Са (ОН) ₂	Al ₂ (SO ₄) ₃	NaOH	ρ, г/см ³	R _{сж} , МПа	ρ, г/см ³	R _{сж} , МПа	ρ, г/см ³	R _{сж} , МПа	
1	Гранит	0	0	5	1,712	8,7	1,754	21,7	1,792	22,1	0,58
2	Дацит				1,994	21,5	2,104	54,1	2,213	55,3	
3	Гранит	3,5	5	3,5	1,681	6,1	1,741	14,8	1,763	15,9	0,49
4	Дацит				1,915	15,5	2,004	38,9	2,054	43,6	

Как видно из данных, приведенных в таблице, режим тепловой обработки значительно влияет на прочность синтезированных вяжущих. По мере увеличения температуры изотермии прочность существенно увеличивается. Особенно это наблюдается в диапазоне температур от 80 до 200°C. Максимальная прочность вяжущего, изготовленного на даците, составляет свыше 54 МПа. Эта прочность была получена на составе вяжущего, в котором не содержится комплексная добавка из смеси Са (ОН)₂ и Al₂ (SO₄)₃, вызывающая снижение прочности вяжущего. По-

вышение температуры тепловой обработки с 200 до 250°C сопровождается незначительным приростом прочности. Наибольшее увеличение прочности от применения комплексной добавки было обнаружено у вяжущего на основе гранита.

Твердение образцов в естественных условиях также показало неэффективность применения добавки, так как прочность образцов из бездобавочных составов оказалась выше прочности образцов, модифицированных добавкой (рис.1).

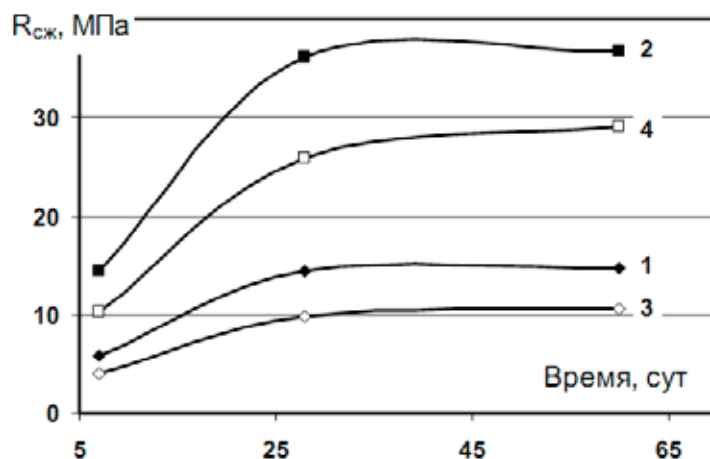


Рис. 1. Кинетика набора прочности вяжущих при твердении в естественных условиях. Обозначения: 1 — гранит; 2 — дацит; 3 — гранит с комплексной добавкой; 4 — дацит с комплексной добавкой

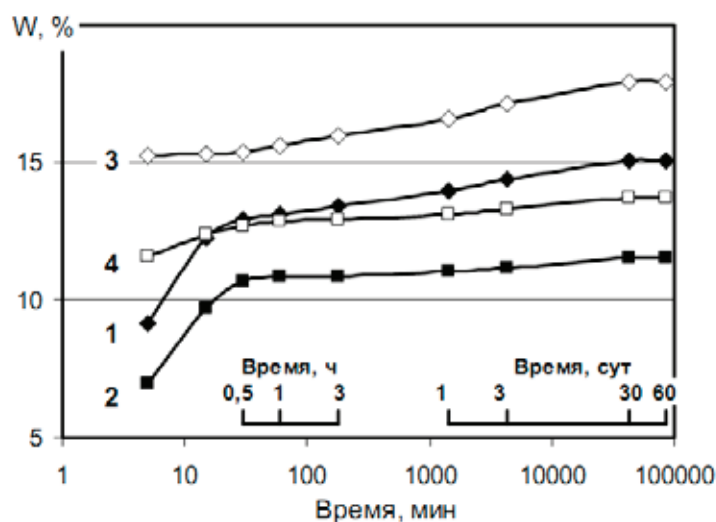


Рис. 2. Влияние добавки на кинетику водопоглощения вяжущих на основе горных пород. Обозначения по рис. 1

При сопоставлении коэффициентов размягчения вяжущих с комплексной добавкой и без нее (таблица) видно, что негативным эффектом добавки стало снижению водостойкости материала.

Была также исследована кинетика водопоглощения всех составов, приведенных в таблице. Исследования проводились на образцах, подвергнутых тепловой обработке. Кинетические кривые водопоглощения (рис. 2), были построены по результатам испытания насыщаемых водой образцов в различные сроки. Эти зависимости свидетельствуют о значительном повышении водопоглощения в составах содержащих комплексную добавку, что также под-

тверждает ее негативное воздействие на водостойкость вяжущих на основе исследованных горных пород.

Выводы

На основании полученных результатов эксперимента можно сделать вывод о том, что модифицирование вяжущих комплексной добавкой на основе извести и сульфата алюминия при исследованной дозировке оказалось неэффективно. В связи с этим, для окончательных выводов о возможности применения комплексной добавки необходимо проведение исследований при других дозировках.

Литература:

1. Davidovits, J. Mineral Polymers and Method of Making Them. US patent, 4349386, 14 September 1982.
2. Iwahiro, T., Nakamura Y., Komatsu R., Ikeda K. Crystallization behavior and characteristics of mullites formed from alumina–silica gels prepared by the geopolymer technique in acidic conditions // Journal of the European Ceramic Society. 2001. N. 21. pp. 2513–2517.

3. Rowles, M., O'Connor B. 2003. Chemical optimisation of the compressive strength of aluminosilicate geopolymers synthesised by sodium silicate activation of metakaolinite. *Journal of Materials Chemistry*. 2003. Vol. 13. Iss. 5. pp. 1161–1165.
4. Калашников, В. И. Силицидные геополимеры — первые шаги к созданию материалов будущего / В. И. Калашников, В. Ю. Нестеров, Ю. С. Кузнецов, Ю. В. Гаврилова, Н. А. Ерошкина // Актуальные вопросы строительства: материалы МНТК. Саранск: МГУ, 2004. с. 160–165.
5. Ерошкина, Н. А., Коровкин М. О. Влияние параметров состава минерально-щелочного вяжущего на прочность и усадку бетона // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2012. № 27. с. 78–83.
6. Ерошкина, Н. А., Коровкин М. О. Влияние технологических параметров на свойства геополимерного вяжущего на основе магматических горных пород // Региональная архитектура и строительство. 2014. № 3. С.47–51.
7. Ерошкина, Н. А. Исследование композиционных геополимерных вяжущих на основе отходов горно-обогатительной промышленности / Н. А. Ерошкина, М. О. Коровкин, А. М. Байматов // Региональная архитектура. 2014. № 4. С.10–14.
8. Ерошкина, Н. А., Коровкин М. О., Аксенов С. В. Малоэнергоёмкие ресурсосберегающие технологии производства вяжущих для конструктивных бетонов // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 6. с. 45.
9. Ерошкина, Н. А., Коровкин М. О. Геополимерные вяжущие на базе магматических горных пород и бетоны на их основе // Цемент и его применение. 2014. № 4. с. 107–113.
10. Ерошкина, Н. А., Коровкин М. О., Тымчук Е. И. Исследование дацита в качестве сырья для получения геополимеров // Молодой учёный. 2014. № 21 (80). с. 155–157.

Обоснование параметров мелиоративных машин в условиях орошаемого земледелия

Жураев Фазлиддин Уринович, кандидат технических наук, доцент;
Тухтаева Гулшан Пулатовна, соискатель
Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Бухарский филиал

The article talks about technology and technical means of alleviating pressed layers of soil and salty soils. The capacities of meliorative machines in irrigable farming conditions are examined practically. The capacities of chisel-softener for softening pressed layers of soil are stated as a side profile of support to decrease gravital resistance, and increase the productivity of aggregate, qualified cultivation of pressed layers of soil and the capacities of the utensil. For further application in industry are recommended.

Furthermore, the dimensions of the utensil for mole-hill drainpipe use in salty land condition are also stated. According to the results of practical researches the models of mole-hill drainpipes are made for testing on field conditions for realizing the capacities of the utensil.

В хлопководстве основной причиной, являющий вред мелиоративного состояния, засоленность и заглинированность почвы.

В Республике, особенно засоленные и заглинированные почвы охватывают Каракалпакистан, Центральную Фергану, Хорезмскую, Бухарскую, Джизакскую, Кашкадарьинскую, Сырдарьинскую и др. области [2,8].

Общая засоленная площадь орошаемых земель в Республике составляет 121,27 тыс. гектаров, заглинированная площадь 3445 га. В настоящее время на новоосвоенных землях так же имеются засоленные и заглинированные почвы.

Для улучшения плодородия гипсосодержащих и засоленных почв необходимо проведение глубокого чизе-

левания, проведение кротового дренажа и промывного полива, а также внесение требуемого количества органических и минеральных удобрений [2,6,7,8,9,10].

Целью исследования является разработка, обоснование формы и параметров рабочих органов чизеля-рыхлителя, обеспечивающих качественное крошение заглинированной прослойки почвы при минимальных энергозатратах и обоснование параметров рабочих органов дренажно-кротового орудия при условиях засоленных земель [7,8,9].

В процессе исследований применялись стандартные методики с внесением необходимых частных дополнений и уточнений. Опыты проводились с применением изготовленной лабораторно-полевой установки, в том числе

с динамометрическим и тензометрическим устройствами. Результаты эксперимента обработаны методами математической статистики. Форма и параметры рабочего органа чизеля-рыхлителя и дренажно-кротового орудия оптимизированы с использованием метода математического планирования экспериментов. Лабораторные опыты проведены на имитированных фонах в почвенном канале кафедры механики Бухарского технологического института пищевой и легкой промышленности (Бух ТИП и ЛП) согласно ОСТ 70.4.1–80-«Плуги и машины для глубокой обработки почвы. Программа и методы испытаний» [2,9].

Для разуплотнения загипсованных почв нами разработаны специальные чизель-рыхлитель с оптимальными параметрами и эти орудия изготавливаются в Бухарском акционерном обществе «Бухараремонт»

Во время работы чизеля-рыхлителя для разуплотнения гипсовых почв рабочие органы должны перемещаться ниже 1–2 см по толщине гипсовых прослоек. Этот процесс происходит в заблокированных условиях, поэтому загипсованный слой почвы будет подниматься по поверхности рабочего органа, образуя на ней почвенный нарост определенной толщины. Этот нарост может быть столь устойчивым и прочным, что в дальнейшем резание почвы происходит им, а не рабочим органом. Ввиду меньшего угла трения и меньшей липкости твердых загипсованных частиц, этот нарост получается незначительным. Можно предположить, что не следует стремиться к непрерывному деформированию загипсованного слоя, достаточно ограничиться его разрушением лишь носком рыхлительной лапы, когда этот слой начинает наползаться на нее. По проведению многократных экспериментальных исследований пришли к следующему выводу. Результаты

экспериментальных исследований по рекомендованным параметрам приведены в табл. 1 [2,3].

Экспериментальные исследования показывают, что по рекомендованным параметрам чизеля-рыхлителя с криволинейными рабочими органами по сравнению с существующими имеет меньшее тяговое сопротивление на 14...16%. Применение экспериментального чизеля-рыхлителя способствует повышению производительности на 16,3%, снижению затраты труда на 14,9% и прямых эксплуатационных затрат на 9,6%.

Результаты эксперимента приведены в табл. 2 [10].

Установлено, что с точки зрения снижения тягового сопротивления чизеля-рыхлителя ширина захвата рыхлительных лап должна быть в пределах $b_{\text{д}} = 0,10–0,15$ м.

Предлагаемый чизель-рыхлитель позволит увеличить скорость движения агрегата до 1,9 м/с против 1,4 м/с существующего.

На основании проведенных сравнительных испытаний, можно сделать вывод, что предлагаемый чизель-рыхлитель обладает преимуществом перед серийными глубокорыхлителями ГРХ-2–50 как по качественным, так и по энергетическим показателям.

Получены сравнительные показатели работы рыхлителей-равномерность глубины обработки, качество крошения почвы и гребнистость по дну обработки. По гребнистости дна обработки лучшие показатели имеет предлагаемый чизель-рыхлитель, гребнистости поверхности поля—серийный глубокорыхлитель, что объясняется особенностью конструкции и характером воздействия рабочих органов на почву.

Результаты широкой хозяйственной проверки работы экспериментального чизеля-рыхлителя показали,

Таблица 1. Рекомендуемые параметры чизеля-рыхлителя

№	Параметры	Един. измер.	Обозначение	Значения
1.	Ширина рабочих органов, мм	мм	$b_{\text{э}}$	150
2.	Радиус кривизны стойки	мм	R	220–240
3.	Вылет стойки	мм	L	200–220
4.	Угол установки рабочих органов	град.	$\alpha_{\text{э}}$	25–27°
5.	Междуследия рабочих органов	мм	M	450–500
6.	Высота стойки рабочего органа	мм	$H_{\text{с}}$	800–900
7.	Скорость движения агрегата	м/с	V	1,10–2,20

Таблица 2. Агротехнические и энергетические показатели рабочих органов чизеля-рыхлителя.

Варианты	Глубина обработки, м	Тяговое сопротивление, F, кН.	Содержание фракции почвы (%) размером, мм.		
			>100	100–50	<50
Стойка с рыхлительными лапами $b_{\text{д}}=0,05$ м.	0,40	4,2	63	23	14
Стойка со стрельчатыми лапами $b_{\text{д}}=0,02$ м.	0,40	5,0	40	35	25

что прямые эксплуатационные затраты на 18,5% повысили производительность агрегата на 16,3% при высоких (в 1,1–1,3 раза) качественных показателях по сравнению с существующим глубокорыхлителем его высокой надежности и экономичности.

Для засоленных почв нами разработаны дренажно-котовые орудия

Дренажно-котовое устройство навешивается с помощью специального приспособления к трактору, тянущему через подпочвенный слой на выбранной глубине конический цилиндр, изготовленной из стали, так называемый «крот». Он образует непрерывную дрину в подпочвенном слое для отведения лишней влаги. При помощи

дренажной системы решается задача регулирования водного баланса почвы. Система эффективна в течение нескольких лет и только на участках с глинистым подпочвенным слоем.

Из древних веков для развития земледелия, хозяин этой земли борется, чтобы привести к норме промывание засоленных земель. В ряде Европейских стран, и в том числе в России, для улучшения мелиоративного состояния почвы, применяется специальное дренажно-котовое орудие различных конструкций. Поэтому в условиях орошаемого земледелия решили разработать навесную конструкцию орудия на тракторе Magnum фирмы Кейс. Схемы навесного орудия кротовых дрен приведены на рис. 1.

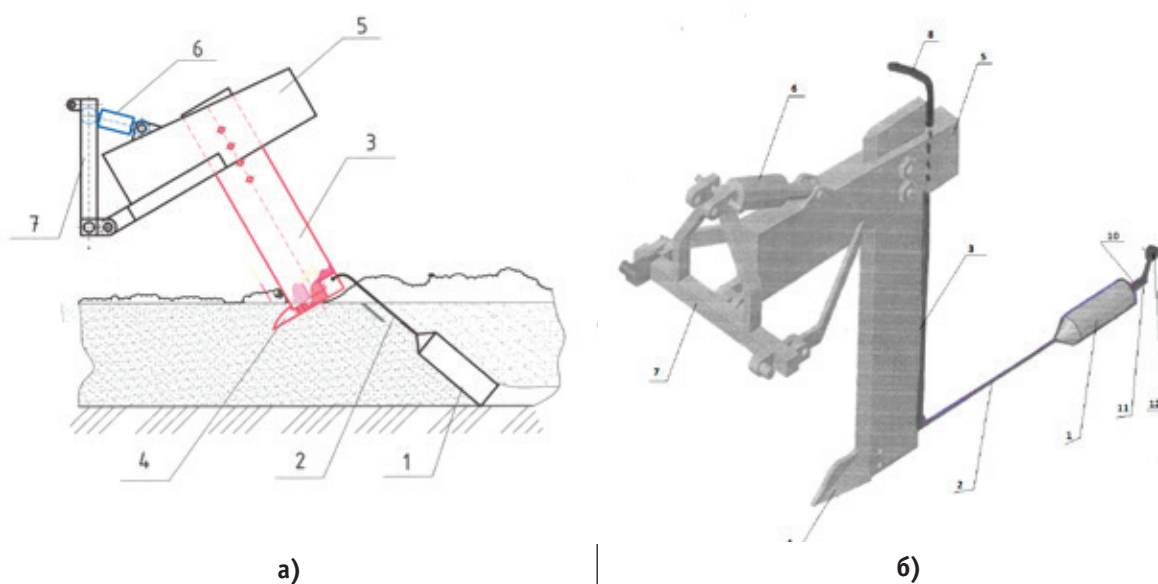


Рис. 1. Дренажно-котовое орудие: а) схематический боковой вид навесного орудия; б) профильный вид навесного орудия. 1 — кротовой дренаж; 2 — трость; 3 — стойка; 4 — долото; 5 — подвижная рама; 6 — гидроцилиндр; 7 — неподвижная рама

Навесное орудие работает следующим образом: на жестко закрепленной стойке через стальную трость установлен конус-цилиндр который образует кротовый дренаж на установленную глубину в зависимости от уровня грунтовых вод.

Обоснование параметров дренажно-котового орудия [7].

Диаметр крота для средних типов почвы $d_m = 50 - 150$ мм, для устойчивой почвы $d_m = 100 - 300$ мм. Эти параметры обосновали в полевых условиях.

$$d_{\text{доо}} = \frac{h_{g \max}}{2,5}, \quad (1)$$

$h_{g \max}$ — максимальная глубина обработки дренажно-котового орудия, м.

$$h_{g \max} \geq 3,5 \cdot 10^3 \cdot d_{\delta}, \quad (2)$$

Длина конус-цилиндра определяется по следующей формуле.

$$\ell_y = (1,5 - 2,0)d_m, \quad (3)$$

Во время работы на рабочие органы дренажно-котового орудия действуют следующие силы.

$$\sum F = fR + \sum R_z + F_{nm} + F_m + F_g, \quad (4)$$

Где: f — коэффициент трения металла о почву; R — реакция силы трактора на почве, кН;

$\sum R_z$ — горизонтальные составляющие силы при резании почвы, кН; F_{nm} — тяговое сопротивление предел текучести почвы; F_m — тяговое сопротивление стального троса.

$$\sum R_z = \sum R_y - \cos \beta + \sum R_n \sin \beta, \quad (5)$$

$\sum R_{\delta}$ — касательные напряжения при обработке почвы, кН.

$$\Sigma R_{\delta} = \frac{P_{эн}}{\vartheta}, \quad (6)$$

$P_{эн}$ — энергия, затрачиваемая на орудие, кВт; ϑ — скорость движения агрегата, м/с.

Соппротивление почвы при большой влажности или при нижних пределах пластичности

$$F_n = 2 \cdot 10^3 P_{\kappa} \cdot A_d, \quad (7)$$

Удельное сопротивление при большой влажности почвы $P_{\kappa} = 0,002 - 0,009$ МПа.

$$A_d = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (8)$$

A_d — площадь поперечного сечения дренажа, м; d — диаметр дренажа, м;

Действующие нормальные силы при работе кротового дренажа,

$$\Sigma R_j = (0,3 - 0,5) \Sigma R_{\delta}, \quad (9)$$

Силы сопротивления стального троса, связывающие между конус-цилиндром и стойкой,

$$F_m = \frac{\hat{E}_{\dot{a}} \ell_{\dot{a}} + \hat{E}_{\dot{a}}}{1000}, \quad (10)$$

где: $K_{\dot{a}}$ — среднее удельное сопротивление стального троса, кН/м.

Глубина обработки дренажно-кротового орудия. $h_{\pm} = 0,65; 0,75; 0,85; 0,95; 1,0$ м глубина обработки устанавливается в зависимости от расположения грунтовых вод. При изменении глубины обработки силы удельного сопротивления троса меняются: $K_{\dot{a}} = 57; 52; 48,1; 46,6; 45,4$ Н/м. $\ell_{\dot{a}}$ — длина стального троса, м. $\ell_{\dot{a}} \geq 0,1 - 0,15$ м. Силы удельного тягового сопротивления при начальной тяге $K_{\dot{a}} = (10...20)$, Н; Соппротивление почвы при большом или верхнем пределе пластичности,

$$F_{\delta} = 2 \cdot 10^3 \cdot P_{\kappa} A_d, \quad (11)$$

Соппротивление кротователя для образования дренажа

$$F_{\dot{a}} = 10^3 \hat{E}_{\dot{e}} \dot{A}_{\dot{a}} f_{\dot{a}}, \quad (12)$$

где: $K_{\dot{e}}$ — удельное сопротивление при сжатии почвы $K_{\dot{e}} = 0,01 - 0,12$ МПа;

Общая мощность дренажно-кротового орудия во время работы

$$D = \frac{\Sigma F \vartheta_p}{\eta}, \quad (13)$$

Данные исследования позволяют сделать вывод, что на засоленных почвах, где расположен уровень грунтовых вод, нужно использовать дренажно-кротовое орудие. Эти орудия в поливных условиях нужно применять в перпендикулярном направлении озера. Еще можно использовать там, где не имеются озера или озера расположенным далеко от используемой земли. В таком случае, можно использовать полосно-перекрестный способ открывания дренажа.

Исследуемые рабочие органы проверяли в полевых условиях в средне засоленных площадях и изучено образование кротового дренажа. В процессе исследований изучены физико-механические свойства почвы. В глубине 50 см средняя влажность составляет — 22,5%, твердость — 1,7 г/см³. В 1,0 метровом слое почвы хлорные ионы являются средне засоленными и составляют — 0,665%. Эти свойства почвы определяли по стандартной методике в полевых и лабораторных условиях.

На основании проведенных исследований, пришли к выводу, что образование кротового дренажа в подпочвенном слое снижает засоленность почвы. Орудие можно применять один раз в 2–3 года. Этим способом улучшается мелиоративное, водно-воздушное состояние почвы и создает благоприятные условия для роста и развития растений.

По результатам эксперимента, степень осушения участка зависит от глубины заложения дрен, так как при отсутствии регулярного полива значительную долю занимает питание растений от грунтовых вод. Уровень грунтовых вод понижается до глубины закладки дрен. Чем ниже расположены дрены, тем меньшее количество воды достигает поверхности почвы. Оптимальная глубина заложения дрен зависит от механического состава почвы и видов выращиваемых растений. При отсутствии орошения на глинистых почвах глубина заложения дрен может быть увеличена до 1,5 м, а на легких песчаных и торфяных почвах снижена до 0,6 и 0,3 м соответственно. Естественно, что при установке системы полива все эти показатели корректируются. Для деревьев максимальный уровень грунтовых вод не должен превышать 1,0–1,5 м, для большинства кустарников 0,5–0,6 м, для многолетних цветов 0,3–0,4 м и для газона 0,2 м [6].

Но сплошная глубокая пахота значительно дороже обычной, поэтому для борьбы с водной эрозией разработаны методы полосного глубокого рыхления почвы, которое значительно уменьшает развитие процессов смыва и повышает урожайность сельскохозяйственных культур. Поэтому, дренажно-кротовое орудие для засоленных земель, где не имеются озера, применяется полосно-перекрестный способ. Этот способ обработки почвы понижает уровень грунтовых вод.

Повышению накопления влаги, регулированию стока, предотвращению смыва способствует кротование почвы.

Недостатками известных орудий является то, что производительность агрегата очень низкая, при глубине дренирования более 1,0 м тяговое сопротивление орудий часто превышает тяговые возможности трактора, что приводит к увеличению эксплуатационных затрат. При использовании этих орудий в почвах поливного земледелия из-за большого удельного сопротивления почв, качество проложенного кротового дренажа в подпочвенном слое ухудшается.

Поставленная задача решается тем, что в орудие для прокладывания кротового дренажа, содержащего раму,

рабочих органов в виде массивных ножей из полосной стали снабженными S-образным долотом, с тыльной стороны рабочих органов с помощью гибкой стальной тростью закреплены сменные кротователи. Расстояние между рабочим органом и кротователем в продольном направлении выбирается в зависимости от типа почв с изменением длины стальной тростью.

Эти орудия применяются, в основном в хлопководческих районах республики Узбекистан. Этими способами обработки почвы улучшается состав загипсованного слоя почвы, а другим орудием уровень грунтовых вод снижается, а двумя способами обработки почвы обуславливаются условиями водно-физических и микробиологических свойств почвы и повышается плодородие земли.

Литература:

1. Тожиев, У. Ўзбекистон тупроқлари /У.Тожиев, Х. Намозов, Ш. Нафетдинов, К. Умаров// Тошкент: Ўзбекистон миллий энциклопедияси» Давлат илмий нашриёти 2004. 137–151 с.
2. Жураев, Ф.У. Обоснование формы и параметров рабочих органов чизеля-рыхлителя для разуплотнения загипсованных почв в условиях орошаемого земледелия / Ф.У. Жураев// Дисс. канд. техн. наук. Ташкент. 2000. 65–05 с.
3. Жураев, Ф.У. Влияние радиуса кривизны и вылета, стойки рабочего органа чизеля-рыхлителя на его тяговое сопротивление / Ф.У. Жураев// Пахтачилик ва дончилик: Илмий-техника журнали. 2-сон. Тошкент, 1999 йил 52–53 с.
4. Жураев, Ф.У. Обоснование некоторых параметров рабочего органа чизеля-рыхлителя /Ф. У. Жураев//Бухоро Университети Илмий ахборотлари 3-сон. 2003.59–62 с.
5. Сельскохозяйственная техника. Справочник. Издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов. М.: 1963. 420–424 с.
6. Интернет сайт. http://www.mosgeoplan.Ru/PS/print_06_water_erosia.htm.
7. Муродов, М.М. Туйнукли дренаж очувчи махсус мосламанинг айрим параметрларини асослаш/ М. Муродов, Ф. Жураев, С. Дехқонов// Бухоро Университети Илмий ахборотлари 4 — сон. 2004. 87–91 с.
8. Муродов, Н.М. Дренаж-туйнук очувчи мосламанинг дала тажрибаси натижалари / Н.М. Муродов, Ф.Ў. Жураев// «Қишлоқ хўжалигида техника ва технологиялар сервисини ривожлантириш истикболлари» Республика илмий-техник конференцияси, Қарши. 2010. 176–178 с.
9. Ўринов, Э.Ф. Мелиоратив ҳолати ёмон ерларда қўлланиладиган техника ва технологияларнинг қўллаш самардорлиги/ Э.Ф. Ўринов, Ф.Ў. Жураев // «Ижодкор ёшлар ва фан-техника тараққиёти» республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Бухоро. 2010. 197–199 с.
10. Жураев, Ф.Ў. Обоснование чизеля-рыхлителя для разуплотнения загипсованных почв в условиях орошаемого земледелия /Ф. У. Жураев// Министерство образования республики Беларусь. Учреждение образования «Белорусский государственный Университет Транспорта». Механика. Научные исследования и учебно-методические разработки. Международный сборник научных трудов. Вып. 4. Гомель 2010. 70–75 с.

Методика определения функций принадлежности для аппроксимации периодических функций нечеткими множествами

Изосимов Сергей Дмитриевич, инженер-программист
ОАО «АСЗ» (г. Комсомольск-на-Амуре, Хабаровский край)

В последнее время нечеткое моделирование является одной из наиболее активных и перспективных направлений прикладных исследований в области управления и принятия решений.

В области управления техническими системами нечеткое моделирование позволяет получать более адекватные результаты по сравнению с результатами, которые основываются на использовании традиционных аналитических моделей и алгоритмов управления. Диапазон применения нечетких методов расширяется с каждым годом [2].

Аппроксимация является неотъемлемой частью процесса моделирования, который, как правило, предшествует процессу создания системы управления. Значимость моделирования, скорее всего, даже выше, чем значимость собственно управления, поскольку область применения моделирования несравненно шире как общего средства и метода для решения проблем практически во всех областях.

Основную задачу теории аппроксимации можно сформулировать следующим образом: на некотором точечном

множестве в пространстве произвольного числа измерений заданы 2 функции $f(P)$ и $F(P, a_1, a_2, \dots, a_n)$ от точки P , из которых вторая зависит ещё от некоторого числа параметров a_1, a_2, \dots, a_n . Эти параметры требуется определить так, чтобы уклонение функции $F(P, a_1, a_2, \dots, a_n)$ от функции $f(P)$ было наименьшим. При этом должно быть указано, что понимают под уклонением (расстоянием) $F(P)$ от $f(P)$.

В данной статье рассматриваются недостатки сложившегося в области нечеткого моделирования подхода, называемого в данной статье «традиционным», предлагается методика определения функций вида функций принадлежности.

1. Анализ «традиционного» подхода

Сформулируем задачу аппроксимации системой нечеткого вывода («традиционный» подход). На некотором точечном множестве в пространстве произвольного числа измерений задана функция $f(P)$. А также имеется система нечеткого вывода, число входных переменных которой равно размерности пространства, в котором задана $f(P)$, число выходных переменных равно количеству выходных переменных функции $f(P)$. База правил содержит в себе соотношения между входными и выходными переменными. Для каждой переменной определен вид функций принадлежности (треугольный, кривой Гаусса или любой другой), а также заданы начальные параметры функций принадлежности. Предполагается, что в пределах каждой переменной выбран единообразный вид функции принадлежности термов, кроме, быть может, крайних. Совокупность параметров всех функций принадлежности составляет множество параметров системы a_1, a_2, \dots, a_n . Во множество параметров системы может также входить количество функций принадлежности в каждой переменной. Эти параметры требуется определить таким образом, чтобы уклонение статической характеристики системы нечеткого вывода от функции $f(P)$ было наименьшим.

Слабой стороной этого подхода является ограниченная точность при заданном количестве функций принадлежности, и, как следствие, необходимость увеличивать это количество для повышения точности.

На Рис. 1 показана нечеткая функция. Точки 1, 2, 3, 4, 5 взяты с равным интервалом по оси абсцисс. Вершины термов соответствуют значениям функции в точках. В данном примере интервалы между точками интерполируются системой нечеткого вывода отрезками прямых. Однако в зависимости от выбора формы функций принадлежности, а также методов агрегирования и дефазификации вид отрезков, аппроксимирующих кривую может изменяться.

Как видно из рисунка, аппроксимирующая кривая на отрезке 4–5 существенно уклоняется от заданной функции. Для увеличения точности аппроксимации на симметричном интервале 1–2 взята дополнительная точка 6. Она взята таким образом, что ее проекция на ось абсцисс находится ровно посередине между проекциями точек 1 и 2 на ту же ось. Для ее описания также вводится по одному дополнительному терму во входную и выходную переменные, а параметры соседних термов несколько изменяются. Так продолжается до тех пор, пока необходимая точность не будет достигнута.

Кроме того, при использовании такого подхода в алгоритме нечеткого вывода Мамдани с фазификацией по методу центра тяжести или центра площади возникают трудно предсказуемые отклонения от аппроксимируемой функции.

Рассмотрим это явление на примере аппроксимации функции $f(x) = \sin(x)$. Если с целью увеличения точности аппроксимации без увеличения количества функций принадлежности сдвинуть вершины некоторых функций принадлежности ближе к наиболее искривленным участкам функции (к «горбам»), то результат, окажется обратным ожидаемому (см. Рис. 2-а). Это связано с тем, что центр тяжести или площади (в зависимости от используемого метода) не совпадает с вершиной функции принадлежности (Рис. 2-б). Это явление оказывает влияние

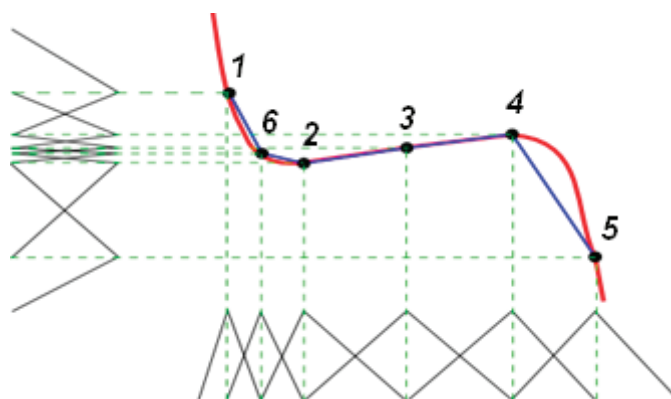


Рис. 1. Нечеткая система интерполирует расстояние между заданными значениями (в данном случае отрезками прямых)

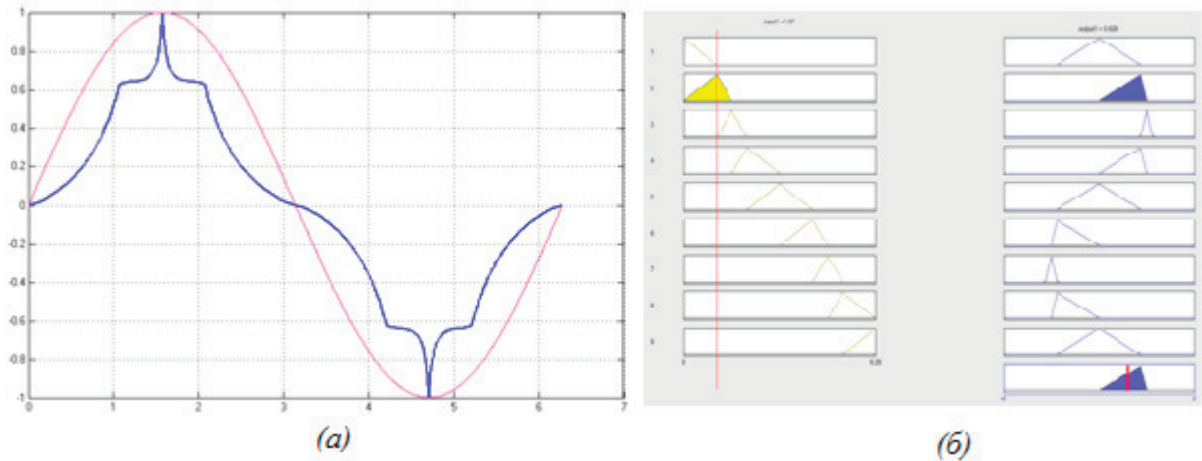


Рис. 2. Центр тяжести не совпадает с вершиной терма выходной переменной (б), вызывая непредвиденные отклонения (а)

и на соседние области, поскольку в выводе обычно участвуют и соседние правила.

2. Методика определения вида функций выходной переменной

Поскольку формальное определение нечеткого множества не накладывает никаких ограничений на выбор конкретной функции принадлежности для его представления, задачу аппроксимации можно сформулировать следующим образом. На некотором точечном множестве в пространстве произвольного числа измерений задана функция $f(P)$. А также имеется система нечеткого вывода, число входных переменных которой равно размерности пространства, в котором задана $f(P)$, число выходных переменных равно количеству выходных переменных функции $f(P)$. База правил содержит в себе соотношения между входными и выходными переменными. Требуется определить форму, а также, возможно, количество, функций принадлежности таким образом, чтобы

уклонение статической характеристики системы нечеткого вывода от функции $f(P)$ было наименьшим.

В результате исследований была разработана следующая методика. Наиболее подходящим алгоритмом нечеткого вывода оказался алгоритм Цукamoto.

На *первом этапе* аппроксимируемая функция разбивается на участки монотонности. При наличии интервалов, на которых функция симметрична, этот интервал берется целиком без разбивания на участки монотонности.

На *втором этапе* термы входной переменной задаются таким образом, что на каждом участке монотонности ненулевой степенью истинности обладают только два правила. Функции принадлежности имеют треугольную форму. Для интервалов, на которых функция симметрична, задается один терм треугольной формы, основания треугольника находятся на границе интервала, вершина — в центре (Рис. 9).

На *третьем этапе* определяются функции принадлежности выходной переменной. Первая функция при-

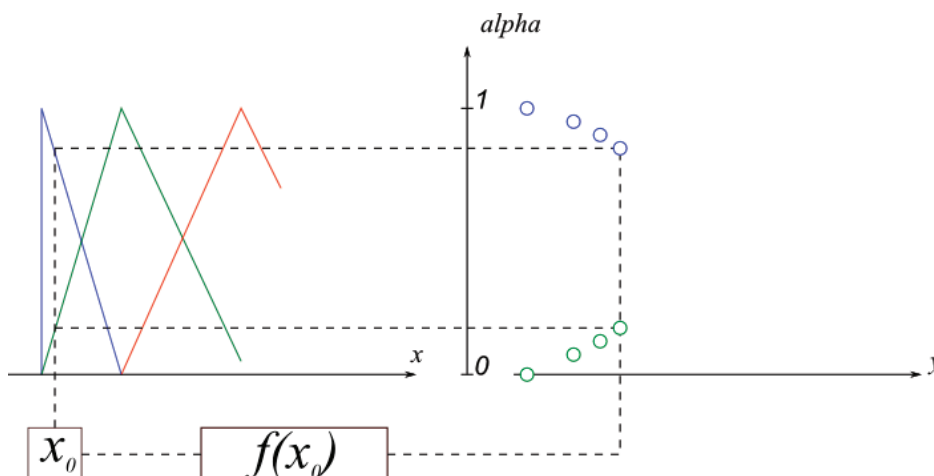


Рис. 3. Построение точечной зависимости

надлежности определяется следующим образом. При одном и том же значении x_0 определяется степень истинности входной переменной и значение аппроксимируемой функции. По полученным значениям строится точечная зависимость $\mu(y_0); y_0 = f(x_0)$, которая дает представление о форме выходной переменной.

Вторая и последующие определяются по тому же принципу с условием того что значение на выходе системы есть сумма значений выходных термов, умноженных на соответствующие уровни отсечения (Рис. 4), то есть по формуле:

$$y(\alpha_i) = \frac{f(x_0) - \alpha_{i-1}(x_0) \cdot y(\alpha_{i-1})}{\alpha_i(x_0)} \quad (1)$$

где x_0 — точка, для которой происходит поиск вида функции принадлежности;

α_i — степень истинности (уровень отсечения) i -го правила для x_0 ;

α_{i-1} — степень истинности (уровень отсечения) $(i-1)$ -го правила для x_0 ;

$y(\alpha_i)$ — значение терма i -го при уровне отсечения α_i ;

$y(\alpha_{i-1})$ — значение терма $(i-1)$ -го при уровне отсечения α_{i-1} ;

$f(x_0)$ — значение аппроксимируемой функции при x_0 .

На *четвертом этапе* подбирается функция принадлежности наиболее точно описывающая полученное множество. При использовании элементарных функций необходимо поступить следующим образом.

Пусть по точечному виду выбрана некая элементарная функция $u = g(y)$, аппроксимирующая данную зависимость. Необходимо ввести в эту функцию коэффициенты a, b, c, d следующим образом $u = d \cdot g(a \cdot y + b) + c$. В таком случае коэффициенты a и d будут отвечать за сжатие/растяжение по оси абсцисс и ординат соответственно, а коэффициенты b и c — за смещение по осям абсцисс и ординат.

Далее с использованием методов оптимизации или при помощи эксперта происходит подбор коэффициентов.

На *пятом этапе* происходит формирование базы правил. Устанавливается соответствие между термами входной и выходной переменных, вес импликационных правил принимается равным единице:

If (input1 is mf1) then (output1 is mf1) (1)

If (input1 is mf2) then (output1 is mf2) (1)

If (input1 is mf3) then (output1 is mf3) (1)

и так далее ...

В Таблице 1 приведены данные по среднеквадратичному отклонению кривых, полученных при использовании различных вариантов нечеткого моделирования, от аппроксимируемой функции $y = \sin(x)$. Под словом «равномерный» подразумевается, что функции принадлежности входной переменной равномерно распределены на всем интервале. Под словом «смещенный» подразумевается, что вершины некоторых термов были смещены к наиболее характерным изгибам («горбам») функции.

Заключение

В результате работы были рассмотрены существующие подходы к аппроксимации нечеткими системами. В них, несмотря на то, что формальное определение нечеткого множества не накладывает никаких ограничений на его форму, используются лишь некоторые виды функций принадлежности. А для увеличения точности аппроксимации приходится увеличивать их количество.

Целью исследования было проверить эффективность такого подхода. В результате был предложен альтернативный подход, в котором сначала определяется вид нечеткого множества аппроксимирующей системы, а затем подбирается функция принадлежности, способная описать это множество. А также была разработана методика синтеза таких систем.

Далее был произведен сравнительный анализ предложенной методики с существующими подходами. Аппроксимация по предложенной методике подтвердила ее

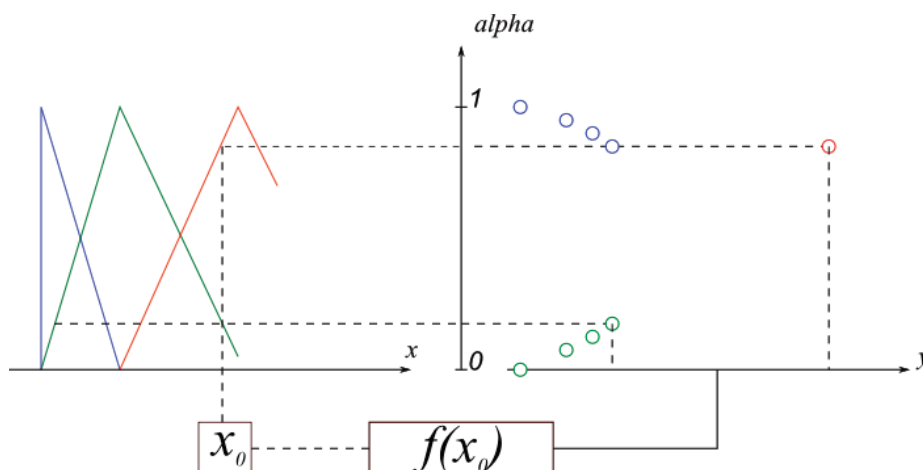


Рис. 4. Каждая последующая функция принадлежности строится с учетом значений предыдущей

Таблица 1. Результаты аппроксимации различными нечеткими системами

Алгоритм	Кол-во функций принадлежности			Кол-во правил	Ср. кв. отклонение
	на входе	на выходе	общее		
Мамдани	5	3	8	5	0,8602
Мамдани, равномерный	9	5	14	9	1,0490
Мамдани, смещенный	9	5	14	9	1,7950
Сугено, равномерный	9	5	14	9	0,2079
Сугено, смещенный	9	5	14	9	0,2443
Цукамото, предлагаемый	2	2	4	2	0,0317

высокую эффективность в сравнении с традиционно применяемым методом. При существенно меньшем количестве функций принадлежности и правил в базе знаний, предложенная система на порядок превосходит описанные по точности аппроксимации. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности такого подхода.

Следует отметить, что точность аппроксимации системой в целом напрямую зависит от точности аппроксимации отдельных множеств выходных переменных. В работе для этих целей были использованы элементарные функции (такие как прямая, гипербола, показательная функция), которые не превосходят по сложности

функции, традиционно используемые для описания нечетких множеств (такие как функция Гаусса, треугольная или трапециевидная функции, и др.). Учитывая также, что общее количество функций принадлежности предлагаемой системе меньше, можно говорить о ее более высокой вычислительной эффективности.

В настоящее время продолжают работы в данном направлении с целью выяснения возможности применения подобного подхода для аппроксимации более сложных зависимостей, что в конечном итоге должно помочь в создании идентифицирующего устройства на основе нечеткой логики.

Литература:

1. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 736 с.
2. Прикладные нечеткие системы: Пер. с япон. / К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.; под редакцией Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. — М.: Мир, 1933. — 368 с.
3. Горбань, А. Н. Обобщенная аппроксимационная теорема и вычислительные возможности нейронных сетей / А. Н. Горбань // Сибирский журнал вычислительной математики. — 1998. — № 1. — с. 12–24.
4. Kosko, B. Fuzzy systems as universal approximators / B. Kosko // IEEE International Conference. — 1992. — С. 1153–1162.
5. Wang, L. — X. Fuzzy systems are universal approximators / L. — X. Wang // IEEE International Conference. — 1992. — С. 1163–1170.
6. Castro, J.L. Fuzzy logic controllers are universal approximators / J.L. Castro, Systems, Man and Cybernetics. — 1995. — С. 629–635

Обеспечение психологического комфорта при проектировании элитного жилья

Калашникова Виктория Викторовна, аспирант
Национальный авиационный университет (г. Киев, Украина)

Определены условия психологического комфорта для владельцев элитного жилья, обоснованно возможные стилистические решения.

Ключевые слова: элитное жилье, психологический комфорт.

Постановка проблемы. Общественные процессы, преобразования материально-пространственной среды городов и изменения образа жизни в Украине выдвинули новые требования к проектированию элит-

ного жилья. Обеспечение комфортной среды — одна из главных задач проектирования элитного жилья. Распространенность средств создания физиологического комфорта способствует росту значения психологических

факторов. Очевидно, что обеспечение психологических потребностей конкретных социальных групп, с возможностью настройки на потребности конкретных людей, становится одной из характеристик, которые выделяют именно элитное жилье. Следовательно, необходимо определить психологические типы, связанные с такими группами, их специфические потребности и требования и определить, какие именно архитектурные и дизайнерские решения являются лучшими для конкретных групп.

Анализ последних исследований и публикаций. Специфика проектирования жилья изложена в нормативных документах [1–2], ей посвящены работы многих архитекторов, например [3], но обоснованию требований к элитному жилью уделяется недостаточно внимания. Ю. М. Ковалев и Н. М. Мхитарян [4–5] предложили методику проектирования психологически комфортного жилья для различных психотипов, но обоснования связи между психологическими типами, социальными группами и требованиями к проектированию комфортного жилья различных категорий, в том числе элитного, не ставилось целью в их трудах.

Формулировка целей статьи. Целью статьи является оценка возможностей применения методов определения психологического комфорта для поиска корреляций между специфическими психологическими потребностями и архитектурными и дизайнерскими решениями элитного жилья, которые должны способствовать удовлетворению потребностей, а также публикация предварительных результатов.

Изложение основного материала исследования. Последовательность исследования следующая:

1. Определение психологических характеристик различных психотипов.
2. Проведение их корреляций с характеристиками психотипов (по [4–5]) и определения преобладающих психотипов для покупателей элитного жилья;
3. В соответствии с обоснованными в [4–5] рекомендациями, определения условий психологического, биоритмологического и физиологического комфорта на всех уровнях организации жилой среды (обеспечение гармоничных отношений с окружающим миром, самодостаточность, трансформированность, объемно-планировочные решения, сенсорный комфорт) для элитного жилья;
4. Проверка полученных результатов путем тщательного анализа аналогов;
5. Формулировка окончательных рекомендаций по конкретным архитектурным решениям, благоприятных для обеспечения психологического комфорта покупателей элитного жилья.

Характеристики психотипов вытекают из специфических для каждого из них способов взаимодействия с окружающим миром. Используя следующие методы: прямое тестирование с помощью проективных методов и опросов, анализ существующих социальных данных, анализ исторических и литературных источников, определены психологические характеристики.

Учитывая весовые коэффициенты, которые определяют их вклад в гармоничность личности, проводится корреляция определенных характеристик с аналогичными характеристиками психотипов. Предварительные результаты свидетельствуют, что среди покупателей элитного жилья преобладают личности, которые относятся к психотипа «эгоист»; заметными также доли психотипов «изобретательный исследователь»; и «борец».

Проверим эти выводы, используя маркетинговые характеристики двух категорий элитного жилья, которые отражают наиболее явные потребности целевых групп покупателей. Более тонкий анализ потребностей на основании анализа зарубежного опыта проектирования жилья с использованием методов психологии, теории самоорганизации сложных систем и методов геометрического представления данных, планируется осуществить в будущем.

Но если под элитной недвижимостью подразумевать жилье, которое покупают покупатели с высоким уровнем доходов, то по классификатору Украинской строительной ассоциации такому жилью должны соответствовать два формата: «De lux» и «Premium». То, что сегодня причисляют к сегменту элитной недвижимости за одним, двумя и более параметрам не соответствует принятой классификации. В классификаторе каждое жилье имеет около 100 обязательных параметров — начиная от требований к отделочным материалам и заканчивая территориальным расположением [6]. Элитное жилье ориентировано на очень богатых людей. Этим объясняется небольшая доля дорогого жилья в общем объеме строительства 10–12%. Недвижимость категории «De lux» характеризуется следующими особенностями (таб 1).

Перечисленные характеристики наиболее соответствуют потребностям психотипа «эгоист» (рис.1.) (Усиление его, воли а умы происходит за счет интуиции и, в меньшей степени, интеллекта и чувств. Это потенциально опасно для здоровья. Приоритетами для жилья будут престиж, самодостаточность и, отчасти, трансформированность.) [4–5].

В свою очередь, осознание этого обстоятельства позволяет уточнить стилистические решения, выбор материалов, цветов и т.д. (таб.2).

Категория «Premium» отмечается следующими особенностями (табл. 3).

Такие характеристики подходят, скорее, «изобретательным исследователям» [4–5]. (Не подвержен эскападам, он больше любит предсказуемость, упорядоченность, стабильность. Но в этих пределах он может быть достаточно энергичным, деятельным и умным (ум сильнее воли) как в бизнесе, так и в науке. Рост интеллекта происходит, в основном, за счет чувств. Требования к жилью — строгий и консервативный стиль, понятные и проверенные временем решения, спокойные тона интерьера — но так, чтобы манифестация благосостояния и социального статуса обязательно имела место. (рис1))

Поэтому целесообразны уточнения (таб. 4.).

Таблица 1. Особенности элитного жилья категории «De Lux»

№ п/п	Особенность	Характеристика
1.	Покупатели	Политики, бизнесмены, звезды эстрады.
2.	Приоритеты жилья	Уникальность, престиж, трансформированность.
3.	Региональность	Столица, города-миллионеры, курортные регионы.
4.	Место расположения	Административный центр, исторический центр, курортные зоны.
5.	Тип здания	Блокированные дома, коттеджи, пенхаусы.
6.	Строительные характеристики	Максимум 7 этажей (6 этажей + мансарда), не более 2 квартир на этаже.
7.	Техническая инфраструктура	Телефон, телевидение, интернет; система «умный дом».
8.	Социальная инфраструктура	Магазин, Аптека, Салон красоты, Тринажерный зал, кафе, банк.
9.	Придомовая территория:	Детская площадка, площадка выгула собак, спортивная площадка, гостевая стоянка.

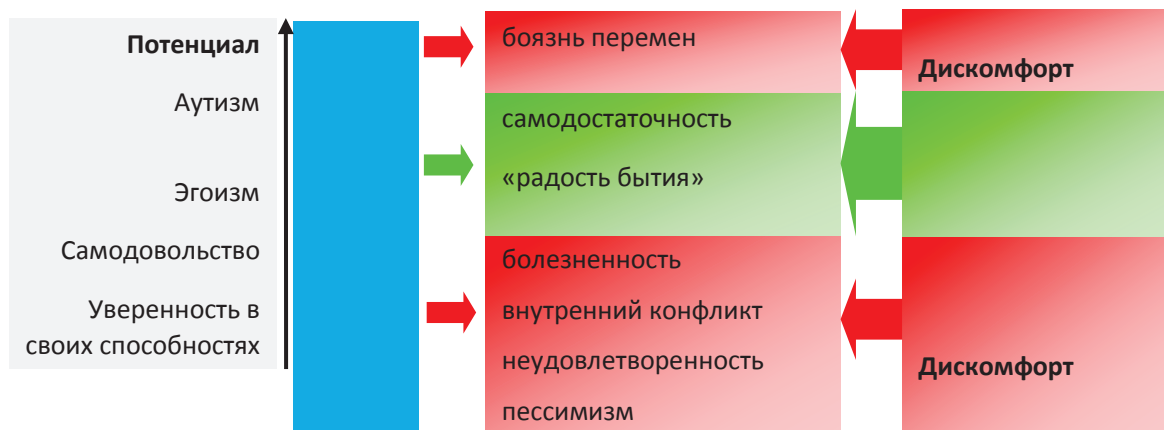


Рис. 1. Уточнение зон психологического комфорта для покупателей элитного жилья. Психотип «эгоист»

Таблица 2. Уточнение стилистических и других решений, исходя с предпочтений психотипа «эгоист»

№ п/п	Категория	Архитектурные и дизайнерские решения
1.	Стилистика	Барокко, классицизм, ампир, рококо
2.	Цветовая гамма	Яркие цвета, игра на контрасте, активное использование позолоты, что вызывает ощущение роскоши, богатства, солидности, стабильности.
3.	Пространственная организация	Организация пространства напоминает среду королевских дворцов и замков.
4.	Мебель	Объемная скульптурная статическая мебель с дорогой обивкой, корпусная мебель из красного дерева, большое количество деталей (картины, скульптуры, хрустальная посуда).
5.	Материалы	Красное дерево, мрамор, хрусталь, шелк, бархат, кожа, позолота.

Таблица 3. Особенности элитного жилья категории «Premium»

№ п/п	Особенность	Характеристика
1.	Покупатели	Родовые аристократы, обеспечены творцы, бизнесмены.
2.	Приоритеты жилья	Уникальность, престиж, трансформированность.
3.	Региональность	Столица, города-миллионеры, курортные регионы, областные центры.
4.	Место расположения	Престижные районы, исторический центр.
5.	Тип здания	Блокированные дома, коттеджи, пенхаусы.
6.	Строительные характеристики	Максимум 7 этажей (6 этажей + мансарда), не более 2 квартир на этаже.

7.	Техническая инфраструктура	Телефон, телевидение, интернет; система «умный дом».
8.	Социальная инфраструктура	Магазин, Аптека, Салон красоты, Тринажерный зал, кафе, банк.
9.	Придомовая территория:	Детская площадка, площадка выгула собак, спортивная площадка, гостевая стоянка.

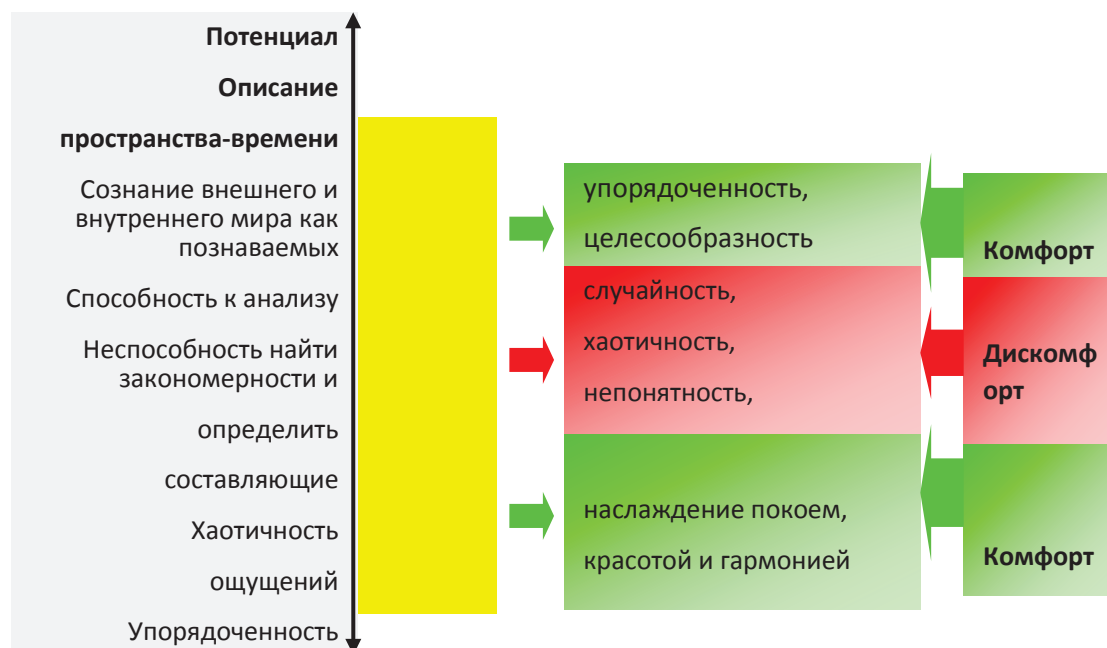


Рис. 2. Уточнение зон психологического комфорта для покупателей элитного жилья. Психотип «изобретательный исследователь»

Таблица 4. Уточнение стилистических и других решений, исходя с предпочтений психотипа «изобретательный исследователь»

№ п/п	Категория	Архитектурные и дизайнерские решения
1.	Стилистика	Классицизм, модернизм, функционализм.
2.	Цветовая гамма	Яркие, теплые, нейтральные цвета.
3.	Пространственная организация	Функциональность.
4.	Мебель	Простая, прямоугольная.
5.	Материалы	Дерево, камень, пластик, текстиль.
6.	Детали	Скульптуры, настенные часы, картины.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Показана целесообразность использования методов определения психологического комфорта для поиска корреляций между специфическими психологическими потребностями и архитектурными решениями на примере жилья

элитного класса, что должно способствовать лучшему удовлетворению потребностей владельцев жилья. В последующих исследованиях такие корреляции и рекомендации будут рассмотрены с привлечением больших объемов материала.

Литература:

1. ДБН В.2.2–15–2005. «Будинки і споруди»
2. ДБН 360–92**. «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень»
3. Товбич, В.В. Архітектура: мистецтво та наука / В.В. Товбич, М.В. Сисойлов. — Дніпропетровськ: Свідлер, 2007. — т. 1. — 1020 с.

4. Ковальов, Ю. М. Забезпечення психологічного комфорту при проектуванні житла на основі теорії самоорганізації С-простору /Ю. М. Ковальов, Н. О. Гірник, В. В. Калашнікова // Праці Таврійського державного агротехнологічного ун-ту, 2010. — Вип. 4. Прикладна геометрія та інж. графіка. — т. 46. — С. 58–67
5. Мхитарян, Н. М. Человек и жилище / Н. М. Мхитарян. — К.: Наукова думка, 2012. — 310 с.
6. <http://u-b-a.com.ua/> Українська Будівельна Асоціація

Зуботочение обкаточным резцом как перспектива развития зубообработки

Кириутин Алексей Сергеевич, аспирант
Московский государственный технологический университет «Станкин»

Данная статья посвящена анализу перспективного метода обработки зубчатых колес с внутренними зубьями. Работа знакомит читателя с новым инструментом — обкаточным резцом. Указаны его недостатки и преимущества. Определены пути развития конструкции инструмента и метода зуботочения.

Ключевые слова: зубчатое колесо, внутреннее зацепление, методы зубообработки, зуботочение, обкаточный резец.

В связи с тем, что зубчатые передачи внутреннего зацепления получили достаточно широкое распространение в современном машиностроении и с каждым годом находят все более широкое применение, развивается и зубообработка.

В настоящее время существует несколько способов нарезания зубчатых колес с внутренними зубьями, такие как: метод зубодолбления, применение червячных фрез-улиток, работающих по методу копирования, и цилиндрических протяжек.

Основным недостатком перечисленных методов обработки является низкая производительность, а в ряде случаев, исключая зубодолбление и протягивание, низкая точность обработки. Кроме этого все инструменты за исключением долбяков и дисковых фрез являются сложными и дорогими.

На этом фоне выделяется метод зуботочения, впервые научно обоснованный во ВНИИИНСТРУМЕНТ д.т.н., проф. Цвисом Ю. В. [30].

Метод зуботочения состоит в том, что профиль зуба колеса образуется при станочном зацеплении инструмента и зубчатого колеса при их взаимосвязанных вращениях вокруг скрещивающихся в пространстве осей и при определенной подаче вдоль оси колеса. Инструмент, применяемый в данном методе обработки, называется обкаточный резец, конструктивно напоминающий косозубый долбяк.

В начале 80-х гг. Волковым Н. Н. во ВНИИИНСТРУМЕНТ был спроектирован обкаточный резец (рис. 1) для нарезания зубчатых колес внутреннего зацепления [31].

Метод зуботочения обеспечивает высокую точность обработки и производительность до 7 раз выше, по сравнению с традиционным зубодолблением. При этом, трудоемкость изготовления обкаточного резца сопоставима с трудоемкостью изготовления косозубого долбяка.

Из-за высоких требований к применяемому оборудованию (необходимо быстрое вращение стола) и системе

управления, этот способ не смог еще устойчиво обосноваться в производстве.

Прогресс в области материалов режущего инструмента и покрытий, развитие современных станков с ЧПУ, а также возможности компьютерной техники моделирования позволяют расширить область применения в промышленности метода зуботочения, а также усовершенствовать его. В связи с чем, представляется целесообразным уделить внимание развитию данного направления зубообработки.

При зуботочении, внутреннее станочное зацепление обкаточного резца и обрабатываемого зубчатого колеса схоже с зацеплением винтовой зубчатой пары и характеризуется пересечением в пространстве осей инструмента и детали. Необходимо отметить, что обкаточный резец в процессе обработки должен занимать строго определенное положение в направлении своей оси. Скорость резания зависит от числа оборотов инструмента и угла наклона между осями инструмента и детали (рис. 2). Наряду с согласованными вращениями инструмента и обрабатываемого колеса осуществляется подача вдоль оси детали, что позволяет обработать колесо по всей ширине венца. При нарезании косозубых зубчатых колес движение подачи кинематически связано с вращением инструмента, т.е. осуществляется дифференциальная подача при его перемещении вдоль оси детали. Величина дифференциальной подачи зависит от угла наклона зубьев, обрабатываемого зубчатого колеса. Таким образом, кинематика зуботочения аналогична кинематике зубофрезерования, при этом число зубьев обкаточного резца соответствует числу заходов червячной фрезы.

Методом зуботочения при использовании обкаточного резца возможна обработка зубчатых колес как внутреннего, так и внешнего зацепления, причем за одну установку. Как и при зубодолблении, зуб обкаточного резца работает тремя сторонами: правая и левая боковые поверхности зуба и его вершина.

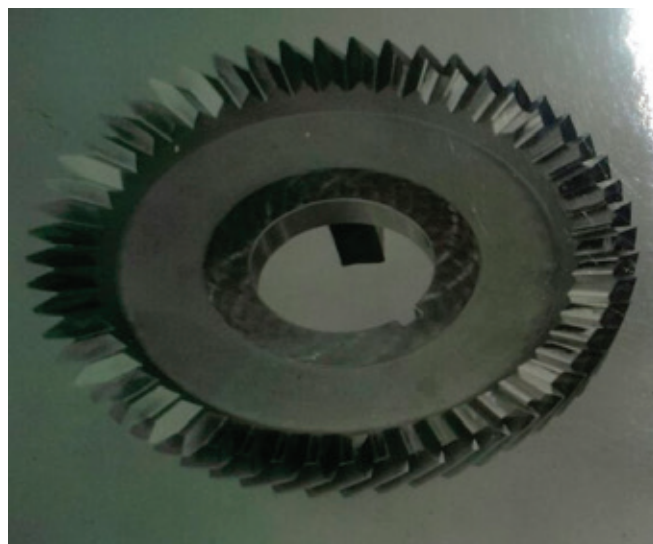


Рис. 1. Обкаточный резец

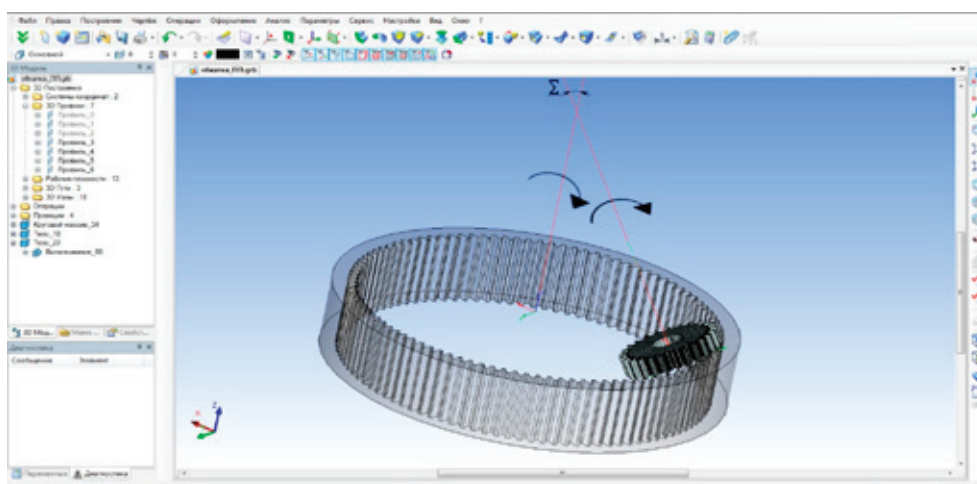


Рис. 2. Схема внутреннего станочного зацепления обкаточного резца и обрабатываемого зубчатого колеса с внутренними зубьями

Для осуществления процесса обработки необходимо наличие заднего угла на режущем инструменте. Таким образом выделяется две принципиальные конструкции инструмента. Первая, традиционная, конструкция подобна конструкции косозубого долбяка. Задний угол при вершине обкаточного резца задается конструктивно. Такая конструкция имеет существенный недостаток — заточка инструмента ведет к уменьшению диаметра, а, соответственно, к изменению погрешности профиля инструмента в процессе переточек, а следовательно и к изменению профиля обрабатываемого зубчатого колеса. В связи с тем, что изготовить инструмент с теоретически точным профилем было затруднительно, он из технологических соображений заменялся эвольвентой, что позволяло осуществлять финишную шлифовальную обработку обкаточных резцов по аналогии с косозубыми долбяками. Следует отметить, что замена теоретически точного профиля обкаточного резца эвольвентой приводит к появлению дополнительной по-

грешности профиля нарезаемого колеса, что является еще одним недостатком традиционной конструкции этого инструмента.

Вторая конструкция, работка которой ведется в настоящий момент, предусматривает устранение этих недостатков, за счет изменения геометрии инструмента и схемы его установки. Основной особенностью конструкции является отсутствие заднего конструктивного угла. Т. е. инструмент будет выполнен в виде зубчатого колеса, что обеспечит постоянство диаметра и профиля инструмента при его переточках по передней поверхности. Задний же угол будет обеспечен кинематически за счет новой схемы установки инструмента на станке.

При изготовлении зубчатых колес внутреннего зацепления необходимо учитывать дополнительные технологические требования. Из-за внутренней обработки возникают повышенные требования к зажимному приспособлению. Кроме того, необходимо учитывать, что

возникающая при обработке стружка должна надежно удаляться из зоны резания.

В настоящее время проводятся работы по совершенствованию конструкций обкаточных резцов для нарезания зубчатых колес внутреннего зацепления и создания новых

методов формообразования. В частности, эти работы предусматривают создание методики расчета и проектирования инструмента, разработку прикладного программного обеспечения, имитационных моделей процесса формообразования зубчатых эвольвентных колес с внутренними зубьями.

Литература:

1. Петухов, Ю.Е. Формообразование численными методами / Ю.Е. Петухов. — М.: «Янус-К», 2004. — 200 с.
2. Гречишников, В.А. Математическое моделирование в инструментальном производстве / Гречишников В.А., Колесов Н.В., Петухов Ю.Е. — М.: МГТУ «СТАНКИН». УМО АМ, 2003. — 116 с.
3. Петухов, Ю.Е. Проектирование инструментов для обработки резанием деталей с фасонной винтовой поверхностью на стадии технологической подготовки производства: дис. ... докт. техн. наук: 05.03.01 / Петухов Ю.Е. — М., 2004. — 393 с.
4. Петухов, Ю.Е. Численные модели режущего инструмента для обработки сложных поверхностей / Петухов Ю.Е., Колесов Н.В. // Вестник машиностроения. — 2003. — № 5. — с. 61–63.
5. Петухов, Ю.Е. Профилирование режущих инструментов среде T-flex CAD-3D / Петухов Ю.Е. // Вестник машиностроения. — 2003. — № 8. — с. 67–70.
6. Петухов, Ю.Е. Способ формообразования фасонной винтовой поверхности стандартным инструментом прямого профиля / Петухов Ю.Е., Домнин П.В. // Вестник МГТУ «СТАНКИН». — 2011. — № 3. — с. 102–106.
7. Колесов, Н.В. Система контроля сложных кромок режущих инструментов / Колесов Н.В., Петухов Ю.Е. // ИТО: Инструмент. Технология. Оборудование. — 2003. — № 2. — с. 42–45.
8. Петухов, Ю.Е. Компьютерная модель формообразования сложной поверхности / Петухов Ю.Е., Домнин П.В. // Международная научно-техническая конференция «Автоматизация: проблемы, идеи, решения». В 2 т.: сб. науч. ст. — Тула, 2010. — Т. 1. — с. 197–200.
9. Колесов, Н.В. Компьютерная модель дисковых фасонных затылочных фрез / Колесов Н.В., Петухов Ю.Е., Баринов А.В. // Вестник машиностроения. — 1999. — № 6. — с. 57–61.
10. Домнин, П.В. Решение обратной задачи профилирования на базе схемы численного метода заданных сечений / Петухов Ю.Е., Домнин П.В. // Справочник. Инженерный журнал с приложением. — 2011. — № 11. — с. 26–29.
11. Колесов, Н.В. Математическая модель червячной фрезы с протуберанцем / Колесов Н.В., Петухов Ю.Е. // СТИН. — 1995. — № 6. — с. 26–29.
12. Колесов, Н.В. Два типа компьютерных моделей режущего инструмента Колесов/ Н.В., Петухов Ю.Е. // СТИН. — 2007. — № 8. — с. 23–26.
13. Петухов, Ю.Е. Точность профилирования при обработке винтовой фасонной поверхности / Ю.Е. Петухов, П.В. Домнин // СТИН. — 2011 — № 7. — с. 14–17.
14. Петухов, Ю.Е., Математическая модель криволинейной режущей кромки спирального сверла повышенной стойкости / Ю.Е. Петухов, А.А. Водовозов // Вестник МГТУ «СТАНКИН». — 2012. — № 3. — с. 28–32.
15. Петухов, Ю.Е. Некоторые направления развития САПР режущего инструмента / Ю.Е. Петухов // СТИН. — 2003. — № 8. — с. 26–30.
16. Петухов, Ю.Е. Заточивание по передней поверхности спиральных сверл с криволинейными режущими кромками / Ю.Е. Петухов, А.А. Водовозов // Вестник МГТУ «СТАНКИН». — 2014. — № 1 (28). — с. 39–43.
17. Petukhov, Y.E. Shaping precision in machining a screw surface / Y.E. Petukhov, P.V. Domnin // Russian Engineering Research. — 2011. — Т. 31. — № 10. — с. 1013–1015.
18. Kolesov, N.V. Computer models of cutting tools / N.V. Kolesov, Y.E. Petukhov // Russian Engineering Research. — 2007. — Т. 27. — № 11. — с. 812–814.
19. Petukhov, Y.E. Determining the shape of the back surface of disc milling cutter for machining a contoured surface / Y.E. Petukhov, A.V. Movsesyan // Russian Engineering Research. — 2007. — Т. 27. — № 8. — с. 519–521.
20. Петухов, Ю.Е. Способ шлифования фасонных валов. Патент на изобретение RUS 86331004.05.1979
21. Петухов, Ю.Е. Задачи по формообразованию при обработке резанием / Петухов Ю.Е., Колесов Н.В., Юрасов С.Ю. // Вестник машиностроения. 2014. № 3. с. 65–71.
22. Петухов, Ю.Е. Устройство для правки фасонных шлифовальных кругов. Патент на изобретение RUS 82310121.03.1979
23. Петухов, Ю.Е. Способ обработки цилиндрических поверхностей патент на изобретение RUS 90499904.05.1979
24. Петухов, Ю.Е. Компьютерное моделирование обработки винтовой канавки на заготовке концевой фрезы. / Петухов Ю.Е., Домнин П.В. // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2011. № 2. с. 156–164.

25. Петухов, Ю. Е. Прибор для профилирования червячных фрез. Патент на изобретение RUS 878467 07.12.1978
26. Petukhov Yu.E. Some directions of cutting tool cad system development./ Petukhov Yu.E.// Russian Engineering Research. 2003. Т. 23. № 8. с. 72–76.
27. Petukhov Yu.E. Curvilinear cutting edge of a helical bit with uniform life./ Petukhov Yu.E.// Russian Engineering Research. 2014. Т. 34. № 10. с. 645–648.
28. Kolesov, N.V. The mathematical model of a hob with protuberances./Kolesov N. V., Petukhov Yu.E.// Russian Engineering Research. 1995. Т. 15. № 4. с. 71–75.
29. Петухов, Ю. Е. Определение задних кинематических углов при обработке винтовых фасонных поверхностей стандартными фрезами прямого профиля./ Петухов Ю. Е., Домнин П. В.// Вестник МГТУ Станкин. 2014. № 2 (29). с. 27–33.
30. Цвис, Ю. В. Профилирование режущего обкатного инструмента. М.: МАШГИЗ, 1961. — 156с.
31. Волков, Н. Н. Исследование и разработка инструмента для нарезания цилиндрических зубчатых колес с внутренними зубьями по методу зуботочения.: Дис. канд. тех. наук. — М., 1981. — 222с.
32. Кирютин, А. С. Анализ способов и применяемого зуборезного инструмента для обработки колес внутреннего зацепления с эвольвентным профилем // Современная техника и технологии. 2014. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2014/03/3332>
33. Боровский, Г. В., Григорьев С. Н., Маслов А. Р. Под общей редакцией А. Р. Маслова. Справочник инструментальщика. Москва, 2007. (2-е издание, исправленное)
34. Пищулин, Д. Н., Отт О. С. «Инновационные технологические процессы обработки резанием зубчатых деталей на станках с ЧПУ». Тезисы доклада на Международном Форуме «Современные тенденции в технологиях металлообработки и конструкциях металлообрабатывающих машин и механизмов», Москва, 26–27 мая 2009 г. с. 73–75.

Вычисление статистических показателей с использованием математического пакета Matlab

Кожанов Роман Вячеславович, студент;
 Артемова Анастасия Дмитриевна, студент;
 Кельплер Мария Александровна, аспирант
 Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина

Гягяева Александра Геннадиевна, преподаватель
 Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, Балаковский институт экономики и бизнеса (филиал) (Саратовская обл.)

Сорокина Любовь Александровна, доцент;
 Кожанова Евгения Романовна, доцент
 Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина, Балаковский институт техники, технологии и управления (филиал)

При проведении экспериментов или опытов получают случайные величины, появление которых предсказать невозможно, и они чаще всего подчиняются нормальному закону распределения (закону Гаусса). Данный закон распределения применяется во многих областях науки, в том числе и при оценке качества изделий, и является моделью для многих реальных процессов. Это объясняется тем, что он является *предельным законом*, к которому приближаются другие законы распределения и обладает «*правилом трех сигм*», которое имеет большое практическое применение.

Кривую нормального закона распределения называют *нормальной (гауссовой) кривой* (рис. 1) и описывают выражением:

$$N(\bar{x}, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}\right), \quad (1)$$

где \bar{x} — среднее значение; σ^2 — дисперсия, σ — среднеквадратическое отклонение (СКО).

Параметрами \bar{x} и σ определяется положение кривой относительно начал координат и ее форма. В качестве образца принимают кривую распределения с $\bar{x} = 0$ и $\sigma = 1$.

К особенностям кривой нормального распределения следует отнести:

1) кривая симметрична относительно среднего арифметического \bar{x} , которое равно моде и медиане распределения;

2) кривая асимптотически приближается к оси абсцисс, продолжаясь в обе стороны до ∞ . Следовательно, чем больше значение x отличается от среднего арифметического \bar{x} распределения, тем реже данное значение встречается в выборке;

3) кривая имеет две точки перегиба, находящиеся на расстоянии $\pm \sigma$ от \bar{x} ;

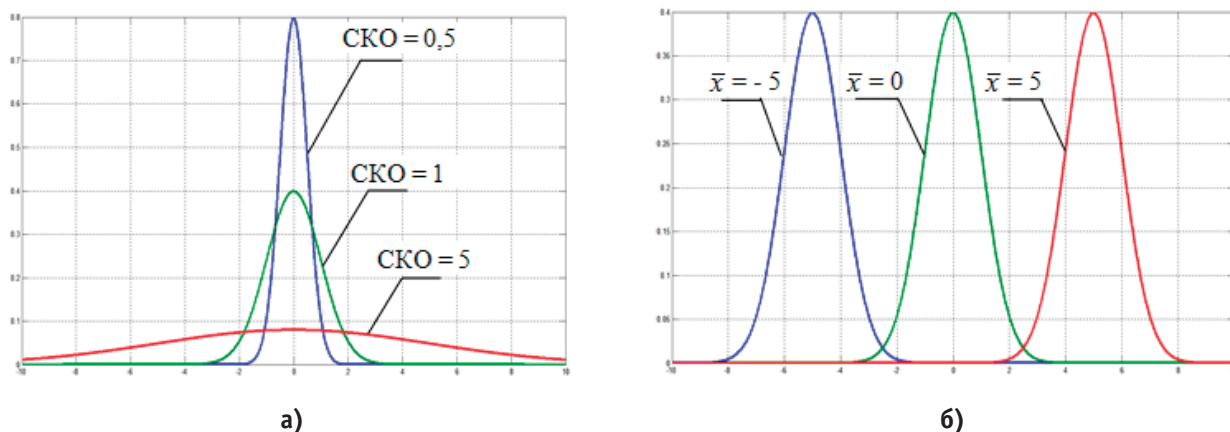


Рис. 1. Кривая нормального распределения (1) с различными значениями SKO (а) и среднего арифметического (б)

4) при $\bar{x} = const$ с возрастанием σ кривая становится более пологой, а при уменьшении σ — более «островершинной» (рис. 1а). При $\sigma = const$ с изменением \bar{x} кривая не изменяет форму, а сдвигается вправо или влево по оси абсцисс (рис. 1б);

5) в промежутке $\bar{x} \pm \sigma$ находится 68,3% всех значений признака; $\bar{x} \pm 2\sigma$ — 95,4%; $\bar{x} \pm \sigma$ — 99,7%;

6) коэффициент асимметрии $As=0$ и коэффициент эксцесса $Ex=m^4/s^4 = 3$.

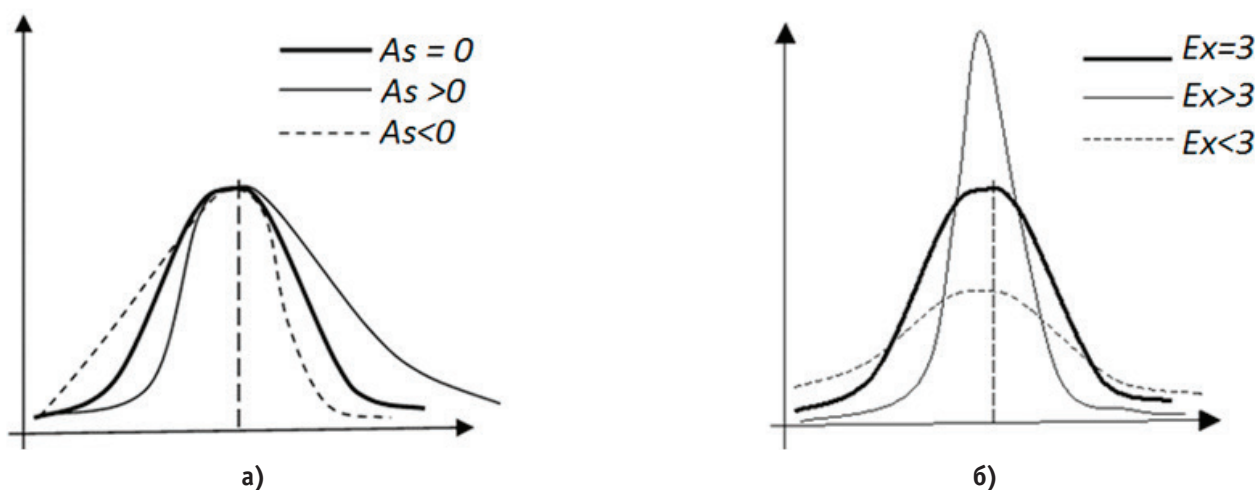


Рис. 2. Кривая нормального распределения (1) с различными значениями коэффициента асимметрии As (а) и коэффициента эксцесса Ex (б)

Процесс формирования формы кривой нормального распределения можно проследить при построении контрольных карт, которые используются для контроля качества изделий и анализа технологического процесса. Результаты измерений по каждому образцу отмечают в контрольной карте отдельной точкой, отбирая, например, по 5 образцов через каждый час или через 100 штук обработанных изделий, замеры их, а результаты, занося в карту. В результате можно получить следующие варианты распределения:

1 вариант. Измеряемые детали не выходят за пределы поля допуска (рис. 3а).

2 вариант. Необходима подналадка, так как распределение вышло за пределы поля допуска (рис. 3б).

3 вариант. Наладкой станка исправить положение невозможно, необходимо искать другие причины такого большого разброса размеров (рис. 3в).

На основании визуального анализа контрольных карт (рис. 3) формулируют выводы о дальнейшем управлении технологическим процессом.

Для анализа распределения необходимы числовые значения статистических показателей, позволяющие оценить колебания значений изучаемого признака и взаимосвязь его с другими признаками:

— частотные показатели (частота и относительная частота);

— показатели центра распределения (средняя величина, мода, медиана);

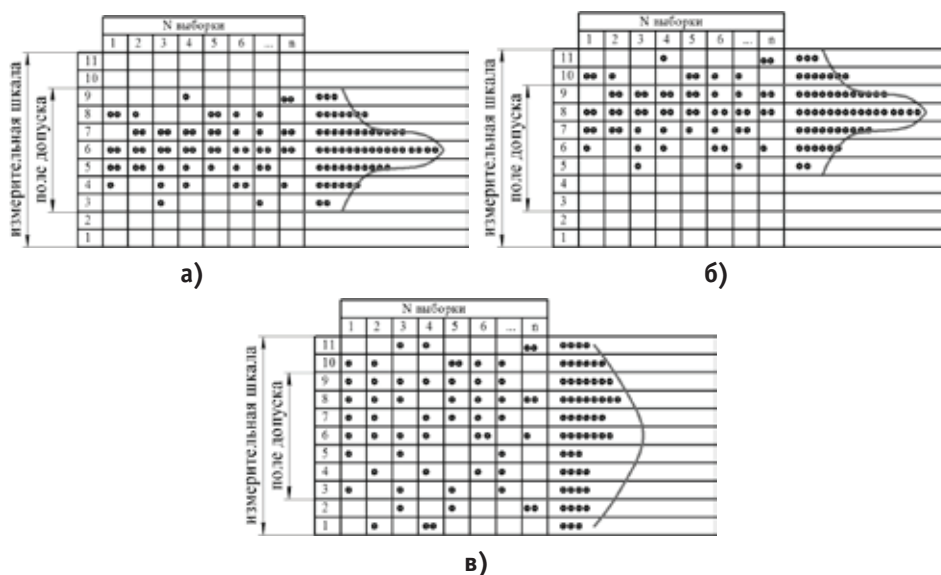


Рис. 3. Варианты контрольных карт

— показатели степени вариации (размах, дисперсия, СКО, коэффициент осцилляции, коэффициент вариации);

— показатели формы распределения (асимметрия и эксцесс).

Кроме этого, стоит отметить, что распределения характеризуются числовыми характеристиками, которые называются *моментами случайных величин*. Нормальное распределение описывается четырьмя основными моментами: математическое ожидание (МО), дисперсия, коэффициент асимметрии A_s и коэффициент эксцесса E_x (таблица 1).

Для вычисления статистических показателей используют специальные программы, например Statistica,

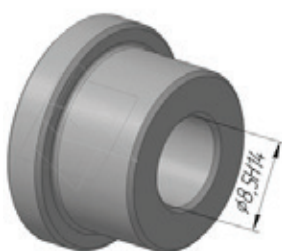
и другие программы — от электронных таблиц MS Excel до математических пакетов (Mathcad, Matlab, Scilab и др.). Количество доступных статистических функций последних, сегодня почти не уступает специальным программам [1].

В статье [1] рассмотрен статистический анализ партии обработанных изделий в MS Excel, на примере измерений детали Втулка Ø8,5H14 (рис. 4).

Проведем статистический анализ в математическом пакете *Matlab*. Вначале запишем программу вычисления основных статистических показателей в *M*-файле, листинг приведен на рис. 5. Данные загружаются из файла *MS Excel* — *statistica.xls*.

Таблица 1. Геометрический смысл основных моментов нормального распределения

Обозн.	Название момента	Геометрический смысл
μ_1	Математическое ожидание (среднее арифметическое \bar{x})	Показывает расположение относительно начала координат
μ_2	Дисперсия σ^2	Показывает разброс вокруг среднего \bar{x}
μ_3	Коэффициент асимметрии A_s	Характеризует асимметрию распределения
μ_4	Коэффициент эксцесса E_x	Показывает, насколько выражена вершина распределения



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	8,61	8,73	8,82	8,58	8,69	8,82	8,45	8,54	8,80	8,63
2	8,87	8,56	8,34	8,67	8,70	8,74	8,40	8,55	8,64	8,98
3	8,62	8,68	8,72	8,37	8,44	8,67	8,51	8,87	8,59	8,61
4	8,60	8,66	8,76	8,85	8,42	8,28	8,78	8,62	8,57	8,65
5	8,48	8,76	8,65	8,49	8,53	8,77	8,81	8,56	8,84	8,71
6	8,55	8,66	8,68	8,72	8,87	8,46	8,53	8,42	8,75	8,67
7	8,39	8,47	8,83	8,71	8,65	8,57	8,62	8,86	8,69	8,58
8	8,70	8,74	8,64	8,68	8,60	8,58	8,54	8,50	8,71	8,79
9	8,65	8,69	8,70	8,52	8,61	8,75	8,51	8,62	8,78	8,61
10	8,67	8,63	8,82	8,53	8,66	8,59	8,62	8,61	8,66	8,55

Рис. 4. Втулка Ø8,5H14 и выборка по внутреннему диаметру втулки [1]

```

% считываются данные из файла
R=xlsread('statistica.xls');
% вычисление максимума
maxR=max(R);
% вычисление минимума
minR=min(R);
% вычисление размаха
razmachR=maxR-minR;
% вычисление среднего арифметического
meanR=mean(R);
% вычисление дисперсии
varR=var(R);
% вычисление СКО
stdR=std(R);
% вычисление асимметрии
Ax=skewness(R,0);
% вычисление эксцесса
Ex=kurtosis(R,0)-3;
% вычисление коэффициента вариации
KV=stdR/meanR*100;

% печать всех вычисленных значений
fprintf('Среднее арифметическое=%14.7f\n',meanR)
fprintf('СКО=%14.7f\n',stdR)
fprintf('Дисперсия=%14.7f\n',varR)
fprintf('Асимметрия=%14.7f\n',Ax)
fprintf('Эксцесс =%14.7f\n',Ex)
fprintf('Размах=Интервал=%14.7f\n',razmachR)
fprintf('Минимум min=%14.7f\n',minR)
fprintf('Максимум max=%14.7f\n',maxR)
fprintf('Коэффициент вариации=%14.7f\n',KV)
    
```

Рис. 5. Листинг программы

В окне *Command Windows* получается результат вычисления (рис. 6а), который можно сравнить с результатами, полученными в *MS Excel* с помощью пакета *Анализ данных — Описательная статистика* (рис. 6б). Анализ показывает, что значения одних и тех же показателей совпадают, а перечень показателей, предлагаемые *MS Excel*, не содержит среднего арифметического \bar{x} и коэффициента вариации.

В математическом пакете *Matlab* есть специальные наборы инструментов *Toolbox*, предназначенные для решения определенного класса задач, например, для решения задач статистики — *Toolbox Statistics*. Кроме этого есть *Simulink* — графическая среда имитационного моделирования, позволяющая при помощи блок-ди-

грамм в виде направленных графов, строить модели систем и вычислений по следующему алгоритму (рис. 7).

В Библиотеке стандартных блоков *Matlab/Simulink* не все разделы доступны, поэтому возникает задача создавать свои блоки из доступных блоков с помощью блока *Subsystem*. В нашем случае, создается три блока *Subsystem* для вычисления среднего арифметического, дисперсии и для построения нормального распределения (рис. 9).

В результате моделирования получаются значения (рис. 10), совпадающие со значениями, полученными при помощи *Matlab* и *MS Excel* (рис. 6):

- Минимальное значение 8,28;
- Максимальное значение 8,98;

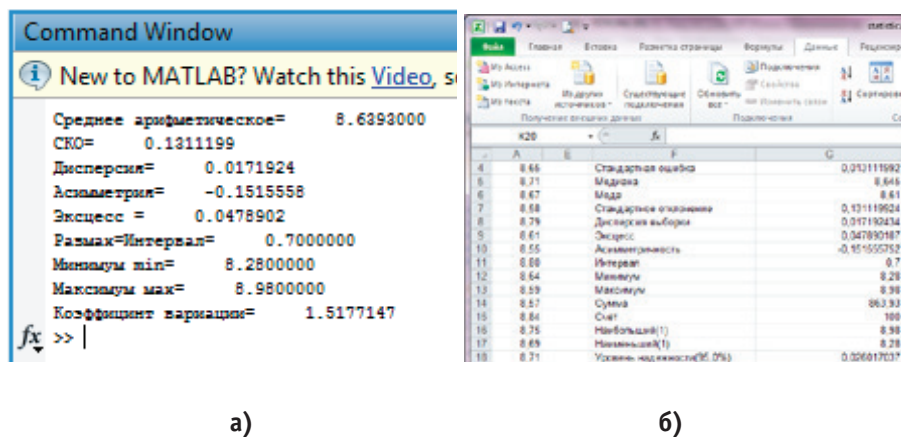


Рис. 6. Результаты расчета показателей при помощи *Matlab* (а) и *MS Excel* (б)

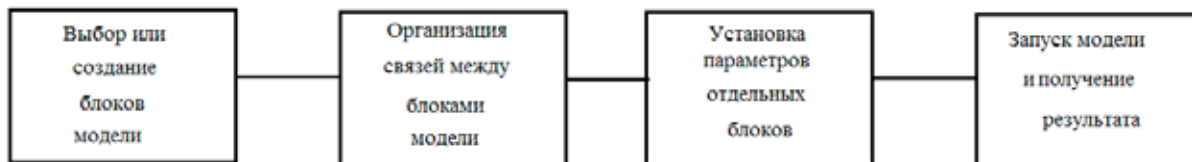


Рис. 7. Алгоритм моделирования в Matlab/Simulink

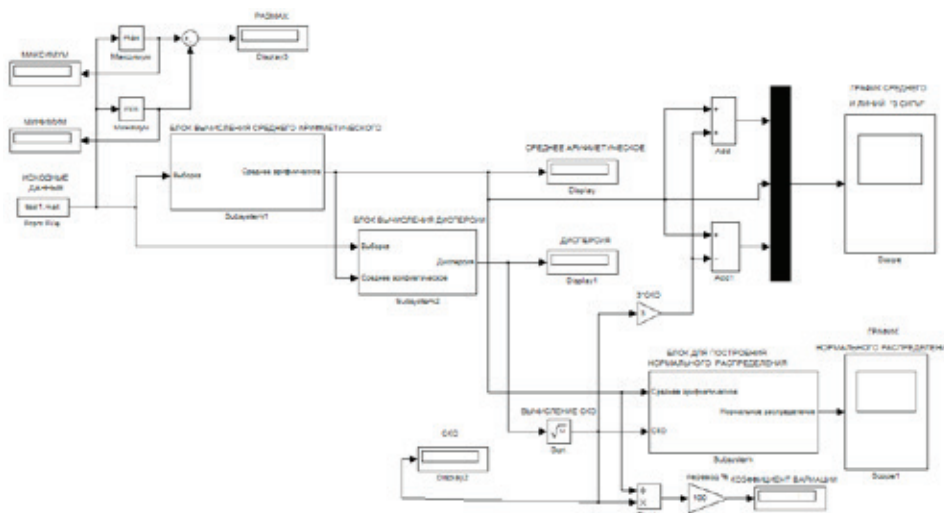


Рис. 8. Схема для вычисления статистических показателей в Matlab/Simulink

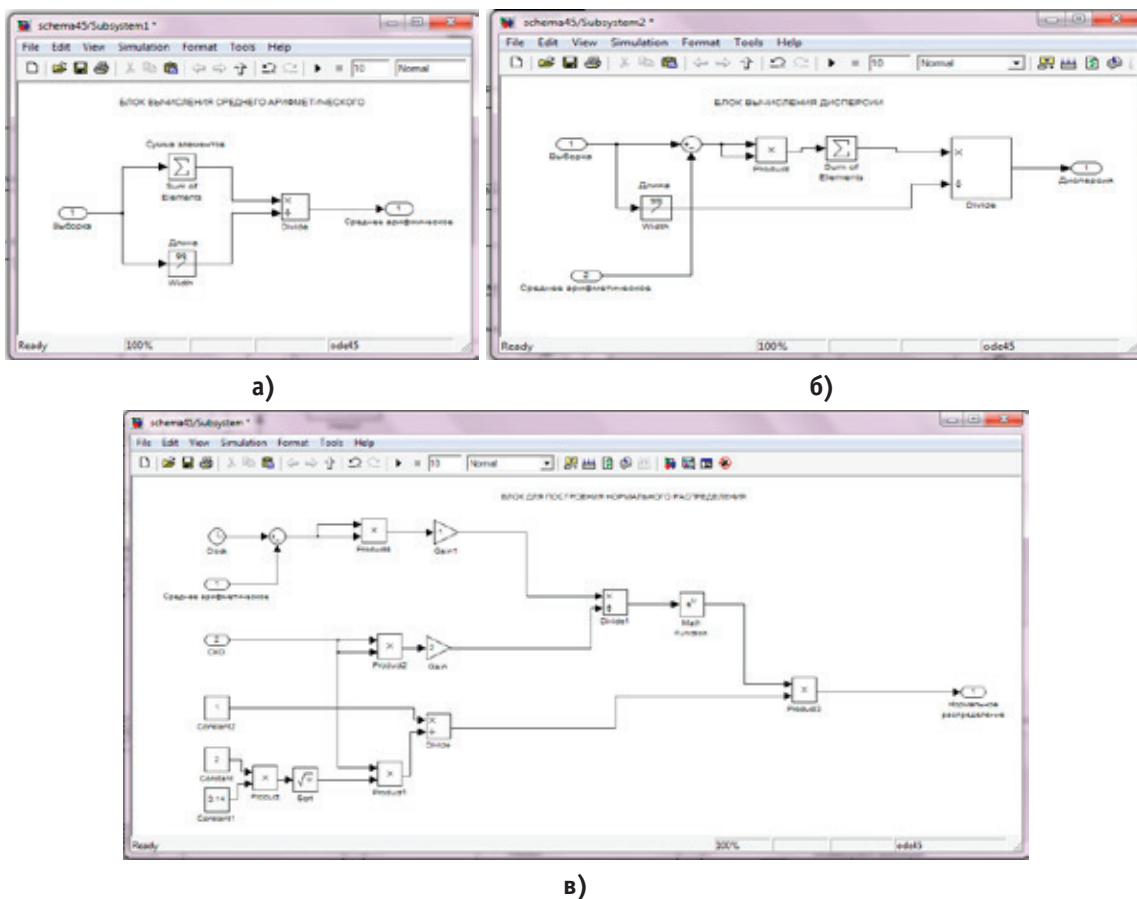
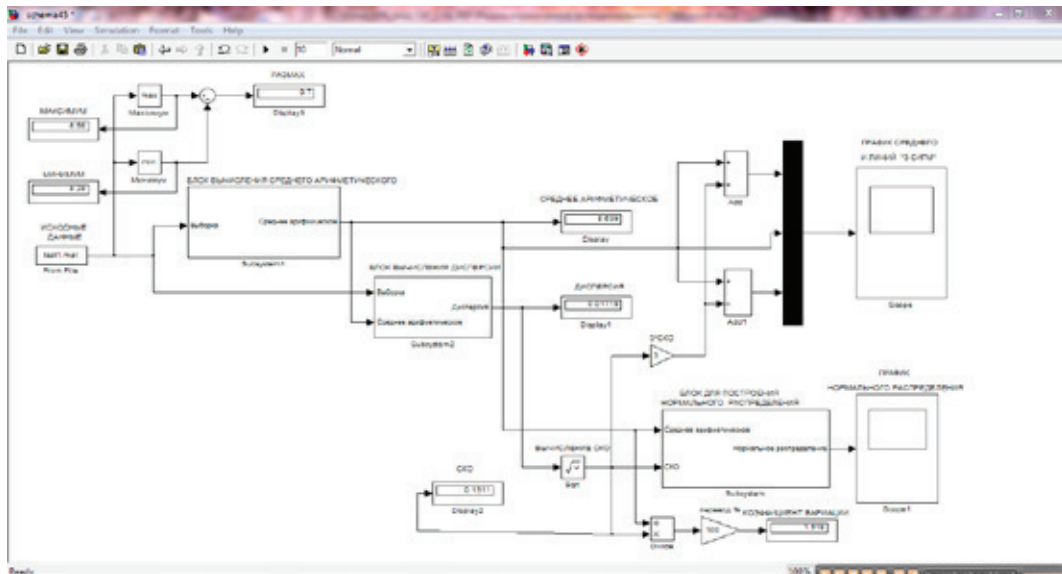


Рис. 9. Схемы блоков для вычисления статистических показателей в Matlab/Simulink

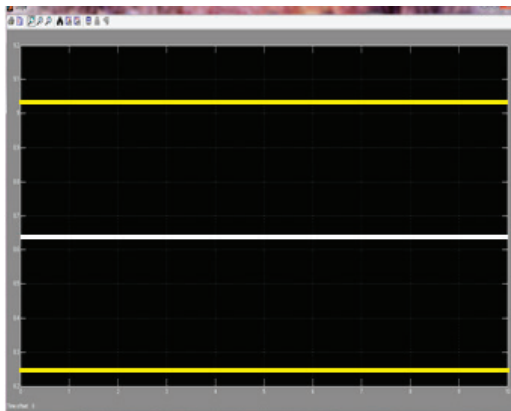
- Размах 0,7;
- Среднее арифметическое $\bar{x} = 8,639$
- Дисперсия $\sigma^2 = 0,01719$;
- СКО $\sigma = 0,1311$;
- Коэффициент вариации 1,518%.

Анализ по выборке внутреннего диаметра Втулки Ø8,5Н14 показывает:

- А) Средняя арифметическая = 8,639. Это типичный уровень выборки.
- Б) Размах = 0,7, что составляет 8,1% от среднего значения выборки.
- В) Коэффициент вариации = 1,518% < 33%, следовательно, выборка однородная.
- Г) Коэффициент асимметрии $As = -0,1515$, значит левосторонняя асимметрия.
- Д) Коэффициент эксцесса $Ex = 0,047$. Распределение островершинное.



а)



б)



в)

Рис. 10. Результаты моделирования схемы (рис. 8) (а) и осциллографов Score (б), Score1 (в)

Литература:

1. Кирьянова, Г.А., Сорокина Л.А., Кожанова Е.Р. Статистический анализ партии обработанных изделий в MS Excel // Молодой ученый. 2015. № 1 (81). с. 71–73.
2. Кожанов, Р.В., Артемова А.Д., Ткаченко И.М., Кожанова Е.Р., Захаров А.А. Построение логических схем с использованием Matlab/Simulink и Scilab/Xcos // Молодой ученый. 2015. № 2. с. 163–167.

Исследование эффективности введения суперпластификатора при домоле цемента

Коровкин Марк Олимпиевич, кандидат технических наук, доцент;
Ерошкина Надежда Александровна, кандидат технических наук, инженер-исследователь;
Уразова Алина Андреевна, студент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Приведены результаты исследования эффективности введения суперпластификатора в цемент при их совместном помол. Показано, что такой способ совмещения добавки с вяжущим более эффективен, чем введение порошкового суперпластификатора в смесь.

Ключевые слова: суперпластификатор, способ введения, совместный помол, глиноземистый цемент.

Химические добавки в сухих строительных смесях относятся к числу компонентов, определяющих функциональные свойства сухих строительных смесей (ССС) и их себестоимость. В связи с этим выбор вида добавки, оптимизация ее расхода и технологии приготовления смеси является наиболее перспективным путем совершенствования СССР. Одним из наиболее эффективных способов совмещения вяжущего и суперпластификатора (СП) является их совместных помол [1]. Эта технология позволяет получать вяжущие низкой водопотребности (ВНВ).

Для сравнительной оценки двух способов введения добавки — в виде порошка и при раздельном домоле глиноземистого цемента и портландцемента был исследован водоредуцирующий эффект в цементно-водных суспензиях. Реологические характеристики смесей оценивали по растекаемости смеси на стекле [2]. В эксперименте подбирались водоцементное отношение суспензий для получения равных распылов. Эффективность добавок оценивалась по водоредуцирующему эффекту.

Цементы с добавками и без добавок доизмельчались в течение 15 мин в лабораторной шаровой мельнице. Масса измельчаемого цемента в каждом опыте составляла 0,5 кг, а масса мелющих тел — 1,2 кг.

В эксперименте использовался портландцемент ПЦ 500 ДО производства ОАО «Мордовцемент» и высокоглиноземистый цемент LaFarge Sikar 51 французского производства. В качестве добавок были исследованы суперпластификаторы нового поколения, разработанные для СССР — Melflux PP100 F и Melflux 1641 F. Первая добавка предназначена преимущественно для смесей на основе глиноземистого цемента, в которых обычные СП быстро теряют пластифицирующий эффект [3, 4]. Вторая — для смесей на основе портландцемента.

На первом этапе эксперимента были проведены исследования эффективности способов введения добавок на каждом виде цемента индивидуально (табл. 1).

Данные в табл. 1 показывают, что в высокоглиноземистом цементе более эффективен СП Melflux PP100 F, а в портландцементе — Melflux 1641 F. При сравнении эффективности способов введения добавок видно, что введение СП при домоле цемента позволяет получить более высокий водоредуцирующий эффект. Эффективность этого способа выше в составах с большим расходом СП. При дозировке СП 0,5% повышение водоредуцирующего эффекта в сравнении с традиционным способом может достигать 7–8%. Это повышение водоредуцирующего эффекта позволяет снизить расход добавок с 0,5% до 0,4% для получения равноподвижных смесей (рис 1).

Таблица 1. Влияние способа введения СП и их дозировки на эффективность добавок

Способ введения добавки	Дозировка добавки, %	Цемент	Melflux PP100F		Melflux 1641F	
			В/Ц	ВР, %	В/Ц	ВР, %
–	–	LaFarge Sikar 51	0,487	0	0,487	0
При домоле цемента	0,3		0,244	50,6	0,283	41,9
	0,5		0,18	64,5	0,218	56,3
При перемешивании с цементом	0,3		0,254	47,8	0,297	39,0
	0,5		0,202	58,5	0,251	48,5
–	–		ПЦ 500 ДО	0,458	–	0,458
При домоле цемента	0,3	0,265		42,1	0,224	51,1
	0,5	0,225		50,9	0,175	61,8
При перемешивании с цементом	0,3	0,278		39,3	0,256	44,1
	0,5	0,266		41,9	0,202	55,9

На втором этапе исследовали эффективность введения СП при домоле смешанного вяжущего. Дозировка добавок составляла 0,3 и 0,5% от массы цемента. Для исследования готовили смешанный цемент, включающий 20% высокоглиноземистого цемента и 80% портландцемента. Цементы смешивались после индивидуального измельчения. По первому способу добавки вводились в цемент перед измельчением, по второму — после приготовления смешанного цемента. При помоле в высокоглиноземистый цемент вводилась

добавка СП Melflux PP100 F, а в портландцемент — СП Melflux 1641 F. Перемешивание цементов производилось в мельнице с резиновыми пробками в течение 5 мин.

Как видно из табл. 1 и рис. 2 в смешанном цементе введение СП при помоле более эффективно, т.к. позволяет снизить расход добавок при равном водоредуцирующем эффекте на 30%.

Проведенные исследования показали, что введение СП при домоле цемента эффективнее, чем совмещение

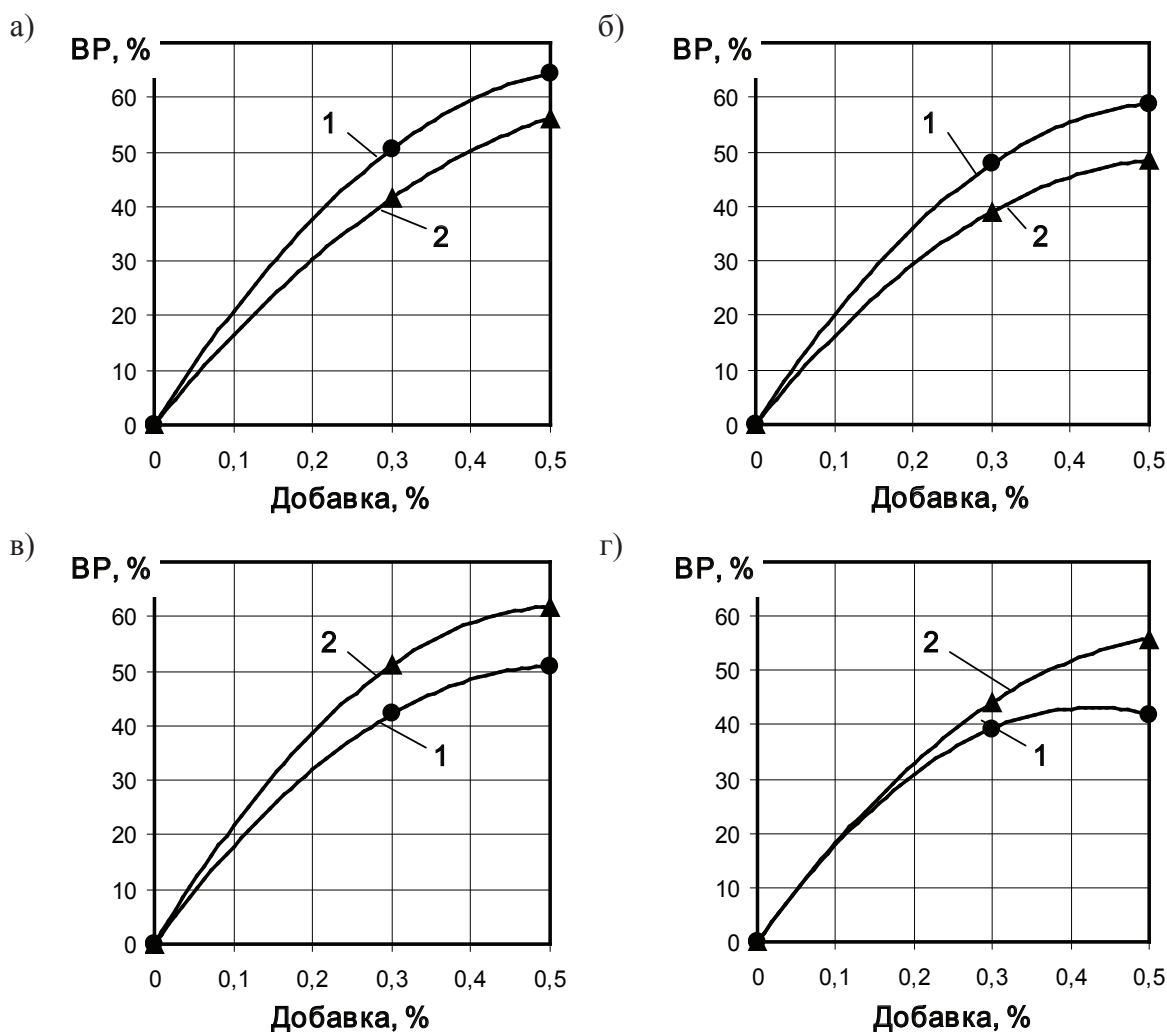


Рис. 1. Влияние дозировки СП Melflux PP100 F (1) и Melflux 1641 F (2) на водоредуцирующий эффект для различных способов введения добавки: при домоле цемента (а, в) и при перемешивании цемента с добавкой (б, г) в высокоглиноземистом (а, б) и портландцементе (в, г)

Таблица 2. Влияние способа введения добавок и их дозировки на эффективность в смешанном цементе

Способ введения добавки	Дозировка добавок, %	В/Ц	ВР, %
–	–	0,475	0
При домоле цемента	0,3	0,25	47,6
	0,5	0,19	59,4
При перемешивании с цементом	0,3	0,285	40,2
	0,5	0,23	51,5

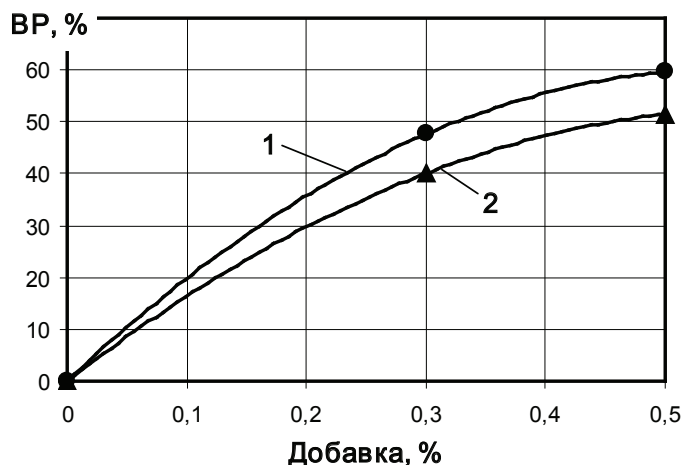


Рис. 2. Влияние дозировки СП на водоредуцирующий эффект для различных способов введения добавки в смешанном цементе: при домоле цемента (1) и при перемешивании цемента с добавкой (2)

добавки с вяжущим после его измельчения. Совместное измельчение цемента и СП позволит снизить расход последнего и уменьшить себестоимость ССС за счет сокращения расхода дорогостоящего компонента.

Литература:

1. Коровкин, М. О. Эффективность суперпластификаторов и методология ее оценки / М. О. Коровкин, В. И. Калашников, Н. А. Ерошкина. — Пенза: ПГУАС, 2012. 144 с.
2. Калашников, В. И., Коровкин М. О. Методы исследования свойств вяжущих материалов: учеб. пособие. Пенза: ПГУАС, 2013. 100 с.
3. Коровкин, М. О., Ерошкина Н. А. Исследование водоредуцирующего эффекта суперпластификаторов в глиноземистых цементах // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2011. № 22. с. 79–82.
4. Замчалин, М. Н. Влияние способа введения суперпластификатора С-3 на водоредуцирующий эффект и прочность растворной составляющей бетона / М. Н. Замчалин, М. О. Коровкин, Н. А. Ерошкина // Молодой ученый. 2015. № 4. с. 187–192.

Борьба с пылегазовыми выбросами при разливке ферросплавов

Медеубаев Нурмухамбет Алмагамбетович, кандидат технических наук, доцент;
 Комлева Евгения Владимировна, магистр по безопасности жизнедеятельности;
 Байтуганова Мира Олжатаевна, старший преподаватель;
 Сапарова Гульмира Коркембаевна, кандидат технических наук, доцент
 Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

В статье рассмотрено воздействие металлов на развитие профессиональных патологий у работающих; условия горения металлов и технологические процессы в металлургических цехах, сопровождающиеся выделением пыли и газов, а также система движения воздуха в камере разливочной машины. Анализ полученных при этом линий тока позволил выбрать наиболее рациональное расположение всасывающего сопла аспирации.

Ключевые слова: металл, сплав, горение, давление, плотность, расплавы, температура, разливочная машина, пыль.

Металл — основа народного хозяйства. Металлы при определенных условиях обладают опасными свойствами, которые могут привести к пожару, взрыву или токсическому воздействию на организм, проблема обеспечения производственной безопасности приобретает особое значение. Многие металлы и сплавы способны загораться. Одни

быстро окисляются в присутствии воздуха или влаги, генерируя достаточно тепла для достижения температуры воспламенения, другие окисляются медленно и выделяемого тепла недостаточно для воспламенения. Некоторые металлы, особенно магний, титан, натрий, калий, литий, гафний, считаются горючими из-за их способности относительно легко воспламеняться и поддерживать горение. Отдельные металлы, которые обычно не считаются горючими, воспламеняются и горят в мелко раздробленном состоянии. Аэрогели и аэрозоли многих металлов пожаро- и взрывоопасны; известны разрушительные промышленные взрывы металлической пыли. [1]

Воздействие металлов на работающих во многих случаях приводит к профессиональным заболеваниям. Необходимость в решении вопросов производственной безопасности и предопределила интерес к оценке горючих и токсических свойств металлов, их сплавов и соединений. Исследования в этой области особенно усилились в последние годы в связи с прогрессом ядерной и ракетной техники, порошковой металлургии, пиротехники и других новых отраслей промышленности, в которых применяются металлы и различные их соединения. Потребовалось более глубокие исследования горения металлов в связи с применением металлов в высокотемпературных и коррозионных средах, в реактивных двигателях, в качестве ракетного топлива и т.д. Развитие ядерной энергетики и ракетной техники потребовало более полного выяснения сущности процессов высокотемпературного окисления, механизмов воспламенения и горения металлов и сплавов. [2]

Горение металла — экзотермический гетерогенный процесс, при котором одно из реагирующих веществ — металл (сплав) — находится в твердой фазе, а другое — окислитель — в окружающей среде; продукты реакции могут находиться в твердом, жидком или парообразном состоянии.

Скорость гетерогенного химического процесса не может возрасти неограниченно; она определяется как истинной скоростью протекания химической реакции на поверхность металла, так и скоростью подвода реагирующих веществ к этой поверхности благодаря диффузии.

Защита атмосферы — социальная и экономическая проблема, неразрывно связанная с задачей создания комфортных условий для жизни и работы человека.

Технологические процессы в металлургических цехах часто сопровождаются большими пыле — газовыми выбросами, особенно интенсивными при разливке ферросплавов. Хотя разливка ферросплава из ковша в изложницы производится под укрытием разливочной машины, имеют место большие пылегазовые выбросы, приводящие к превышению предельно допустимой концентрации пыли и вредных газов в атмосфере цеха. [3]

Разработка средств и способов сокращения указанных пылегазовых выбросов потребовало изучения сложного движения воздуха в камере разливочной машины, обусловленного аспирационным отсосом, выделением газа и паров из ковша, конвективным движением, вызванным интенсивным нагревом воздуха от расплавленного металла.

Физический механизм влияния этих факторов приводит к тому, что в пределах рассматриваемой камеры изменяются такие параметры воздуха, как давление, плотность и температура. Поэтому движение воздуха (составляющие скорость движения) могут быть описаны лишь в сочетании с описанием изменения указанных параметров. [4]

Выделяющийся из печи газ отводится в газоочистку, а затем используется как топливо. Запыленность сжигаемого газа должна быть не выше 10–20 мг/м³.

Из закрытой печи отвод газов осуществляется через 2–3 и даже более газоотсосов, каждый из которых отводит газ на свою газоочистку. Так как под сводом поддерживается избыточное давление 0,5–1 мм вод. ст., часть газа (15–20%) все же выбивается из печи через места загрузки и различные неплотности и сгорает в атмосфере цеха. [5]

Движение воздуха в камере разливочной машины описано системой дифференциальных уравнений. [6]

$$\left\{ \begin{aligned} & \left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial \Psi}{\partial x} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x \partial y} \right) \frac{\partial T}{\partial y} \cdot \frac{1}{\rho_0 T_0} - \left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x \partial y} \cdot \frac{\partial \Psi}{\partial x} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} \cdot \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} \right) \frac{\partial T}{\partial x} \cdot \frac{1}{\rho_0 T_0} + \\ & + \frac{\partial \Psi}{\partial x} \cdot \frac{\partial \omega}{\partial y} - \frac{\partial \Psi}{\partial y} \cdot \frac{\partial \omega}{\partial x} = q \frac{\rho_0 T_0}{T^2} \cdot \frac{\partial T}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right) \\ & \mu \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial \Psi}{\partial y} \cdot \frac{\partial T}{\partial x} - \frac{\partial \Psi}{\partial x} \cdot \frac{\partial T}{\partial y} + \frac{Q}{C_p} = 0, \\ & \rho_0 T_0 \omega = \frac{\partial \Psi}{\partial x} \cdot \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial \Psi}{\partial y} \cdot \frac{\partial T}{\partial y} + T \left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} \right) \end{aligned} \right. \quad (1)$$

где $\psi(x,y)$ — функция тона;

T_0 — начальная температура воздуха в камере;

$\rho_0 P_0$ — плотность и давление, соответствующее начальной температуре T_0 ;

μ — вязкость воздуха;

Q — мощность притока теплоты на единицу объема;

ω — ротор векторного поля скоростей.

$$\Psi|_{\delta=0} = \tilde{N}(0 \leq \delta \leq L); \Psi|_{y=i} = \begin{cases} 0 & x_1 \leq x \leq x_2, \\ \rho Q_a & x_3 \leq x \leq L; \end{cases}$$

$$\Psi|_{x=a} = \begin{cases} C_1 \\ C(1 - \frac{y}{2H}) \end{cases}, Y_2 \leq y \leq H, \tag{2}$$

$$\Psi|_{x=L} = \begin{cases} \rho Q_{c1} - \rho Q_{mp}, & Y \leq y \leq H \\ \frac{\rho Q_{c1} - \rho Q_{mp}}{Y_1} y + c, & 0 \leq y \leq Y, \end{cases}$$

Следует считать, что создаваемое поле скоростей воздуха потенциально, то есть дифференцированием потенциала $\rho(\gamma, z)$ по переменным γ, z находим соответствующие составляющие скорости.

$$U_r = -U_0 R_0 \int_0^\infty e^{-\lambda z} J_1(\lambda r) J_1(\lambda R_0) d\lambda, \tag{3}$$

$$U_z = -U_0 R_0 \int_0^\infty e^{-\lambda z} J_0(\lambda r) J_1(\lambda R_0) d\lambda, \tag{4}$$

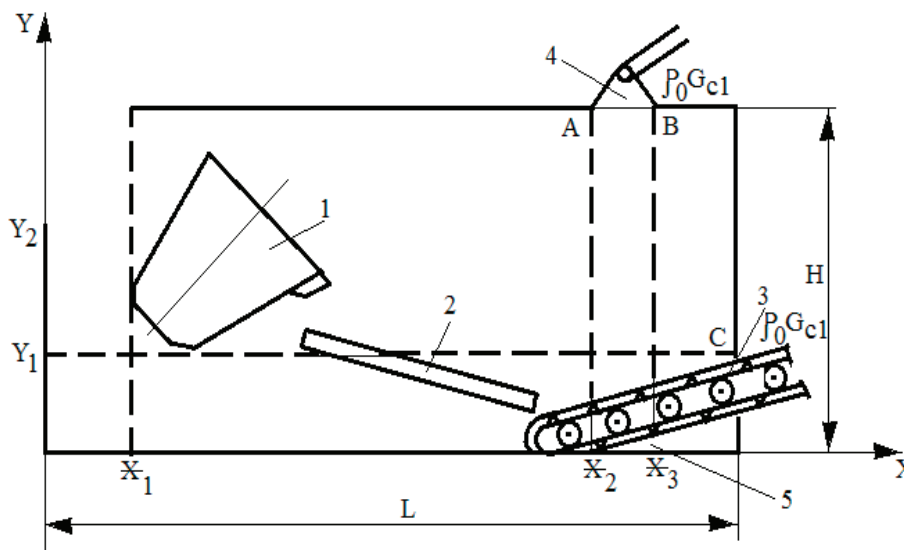


Рис. 1. Общий вид камеры разливочной машины: 1 — ковш; 2 — желоб; 3 — транспортер с изложницами; 4 — аспирационный зонт; 5 — транспортное окно

где Q_{c1} — расход воздуха в аспирационный зонт 4;
 Q_{mp} — расход воздуха в транспортное окно 5.

$$\omega|_{y=0} = \frac{0,2T}{\mu\rho_0 T_0} \left[\left(\frac{\partial \Psi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \Psi}{\partial y} \right)^2 \right] = \phi, \omega|_{y=H} = \begin{cases} \phi & x_1 \leq x \leq x_2; \\ 0, & x_2 \leq x \leq L; \\ 0, & x_2 \leq x \leq x_3; \end{cases}$$

$$\omega|_{x=0} = \begin{cases} \phi, & 0 \leq y \leq Y_2, \\ 0, & Y_2 \leq y \leq H; \end{cases} \omega|_{x=L} = \begin{cases} 0, & 0 \leq y \leq Y, \\ \phi, & Y_1 < y \leq H; \end{cases} \tag{5}$$

$$T|_{y=0} = T_p, \frac{\partial T}{\partial y}|_{y=H} = 0, \frac{\partial T}{\partial x}|_{x=0} = 0$$

где T_p — температура расплава.

Для численной реализации задачи (1) — (5) она нормирована, а входящие в нее величины безразмерны. Для нормальной задачи разработан алгоритм и соответствующая программа для ЭВМ, реализующие итерационный метод установления с оценкой по норме невязки, представляющей собой среднеквадратическое значение невязок во всех точках.

В соответствии с разработанной программой произведены вычислительные эксперименты при различных значениях параметров $Y_1, X_1, Q_{cl}, X_2, X_3$. Анализ полученных при этом линий тока позволил выбрать наиболее рациональное расположение всасывающего сопла аспирации (параметры X_2, X_3), а также разрабо-

тать другие рекомендации, связанные с изменением параметров Y_1, Y_2 .

Заключение

В установках с тканевыми фильтрами применяют рукава из высокотемпературных тканей, выдерживающих температуру 250° С.

Основными преимуществами очистки фильтрацией являются малые энергозатраты и отсутствие водопотребления.

Выполнение этих рекомендаций позволило существенно снизить запыленность и загазованность воздуха в цехе ферросплавного завода.

Литература:

1. Злобинский, Б. М., Иоффе И. Г., Злобинский В. Б. Воспламеняемость и токсичность металлов и сплавов. — М.: Издательство «Металлургия», 1972.
2. Старк, С. Б. Пылеулавливание и очистка газов в металлургии. — М.: Издательство «Металлургия», 1977.
3. Юдашкин, М. Я. Очистка газов в металлургии. — М.: Издательство «Металлургия», 1976.
4. Афанасьев, Ю. А., Фомин С. А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. Учебное пособие. М.: МНЭПУ, 1998.
5. Денисов, В. Н., Роголев В. А. Проблемы экологизации автомобильного транспорта. СПб.: МАИЭБ, 2004.
6. Мухина, Е. А. Физико-химические методы анализа. М.: Химия, 1995.

Перспективы использования многофункционального культиватора для проведения уходов за лесными культурами

Мильцин Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент;
Шабанов Михаил Леонидович, кандидат технических наук, доцент;
Лысыч Михаил Николаевич, кандидат технических наук, старший преподаватель;
Романов Владислав Вячеславович, студент
Воронежская государственная лесотехническая академия

На данный момент, при проведении агротехнических уходов в процессе восстановления лесов, используются исключительно дисковые культиваторы КЛБ-1,7. Они могут преодолевать препятствия незначительного размера и слабо забиваются почвой и растительной массой. КЛБ-1,7 состоит из рамы с навесным устройством, двух секций дисковых батарей, включающих по 4 сферических диска и пружинные предохранительные механизмы. К недостаткам данного культиватора следует отнести невысокую степень уничтожения сорной растительности при малых углах атаки дисков, за один проход. Совершение повторного прохода ведет практически к удваиванию материальных и временных затрат, а также процента повреждаемых культур.

При углах атаки дисков в 30°, обеспечивающих приемлемое качество работы, однако несовершенство конструкции предохранительного механизма не позволяет эффективно преодолевать препятствия высотой более 5 см, что значительно снижает область его применимости, ка-

чество работы и производительность. Снижение качества работы обуславливается тем, что при переезде через надземные препятствия происходит частичное или полное выглубление всего культиватора. Это приводит к образованию значительного пропуска и уходу культиватора в сторону, за счет врезания дисков в поверхность пня. Последствием такого отклонения является повреждение культур, т.к. в момент схода с пня рабочие органы культиватора находятся непосредственно над рядом культур. Также практически отсутствует возможность регулировки защитной зоны [1].

Имеющийся ряд зарубежных аналогов, хорошо приспособленных для работы в условиях вырубков, имеет на порядок более высокую стоимость и сложен в эксплуатации, из-за широкого использования в них пневмогидравлических предохранительных механизмов [2].

Поэтому, с целью повышения эффективности механизированного ухода за культурами на вырубках и снижения материальных предлагается новый культиватор с комбинированными рабочими органами (рис. 1) состоит из те-

лескопической рамы 1, двух опорных колес 2, сферических дисков 3 установленных на переднем бруске рамы,

лемешных рабочих органов 4 установленных на заднем бруске рамы и предохранительных механизмов 5.

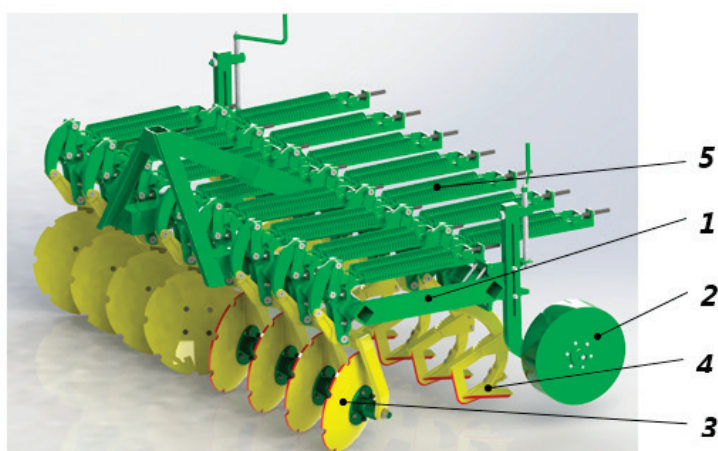


Рис. 1. Общий вид комбинированного культиватора для сплошной обработки почвы в междурядьях лесных культур

Рама выполнена из двух брусков квадратного сечения, соединенных между собой поперечинами. Каждый брус состоит из центральной части, с обеих концов которой вставлены брусья меньшего сечения, что позволяет менять ширину захвата культиватора в пределах 1,7...3 м.

Рабочие органы присоединены к поперечным брусьям рамы шарнирно и снабжены предохранительными

механизмами пружинного типа. Пружины предохранителей удерживают рабочие органы в рабочем положении, а при встрече с препятствиями позволяют им отклоняться назад, растягивая пружины, и возвращают после преодоления препятствия в рабочее положение [3].

С целью изучения возможностей данного культиватора была создана модель участка лесной вырубki с препятствиями в виде пней (рис. 2).

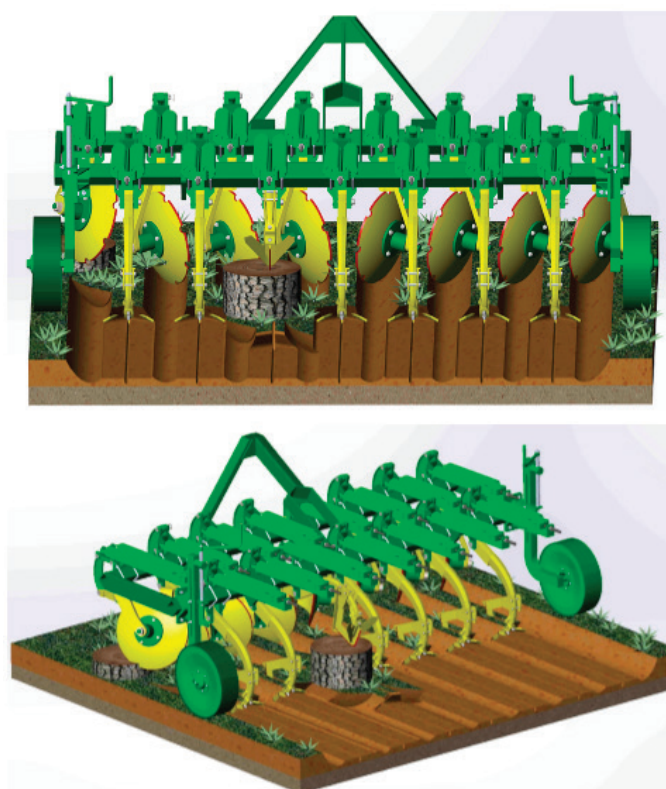


Рис. 2. Изучение технологического процесса проведения уходов в междурядьях лесных культур

По результатам имитационного моделирования было выяснено что ширина захвата составляет 2,87 м, при глубине обработки 12 см (глубина определена по горизонтальному срезу основания стрелчатой лапы). Эффективная высота преодолеваемого препятствия (обеспечивается только за счет предохранительного механизма) составляет: для дискового рабочего органа — 18 см (диаметр диска 51 см); для лемешного рабочего органа — 24 см.

Данный культиватор также может использоваться для проведения агротехнических уходов методом седлания рядка культур, при условии, что они создавались на участках с ровным профилем поверхности. Для этого снимаются две секции на переднем бруске и одна на заднем. Это обеспечивает создание защитной зоны в 54 см (рис.3). В случае необходимости обеспечения большей защитной зоны снимаются ещё два лемешных рабочих ор-

гана со второго бруса. Это обеспечивает защитную зону шириной в 86 см. Также возможно плавное регулирование защитной зоны за счет перемещения всех секций по раме.

Применение культиватора данной конструкции способно обеспечить уничтожение сорной растительности — 86% и молодой поросли второстепенных лиственных пород — 81%, что более чем в два раза выше по сравнению с культиватором КЛБ-1,7 [4].

Практически не наблюдается забивание как дисковых, так и лемешных рабочих органов, и культиватора в целом почвой и растительностью. При преодолении пней рама культиватора не испытывает заметных вертикальных и горизонтальных колебаний. Это обеспечивает низкую повреждаемость культур 0,64 против 5,7% у КЛБ-1,7 и устойчивость по глубине обработки, которая составляет 10...12 см.

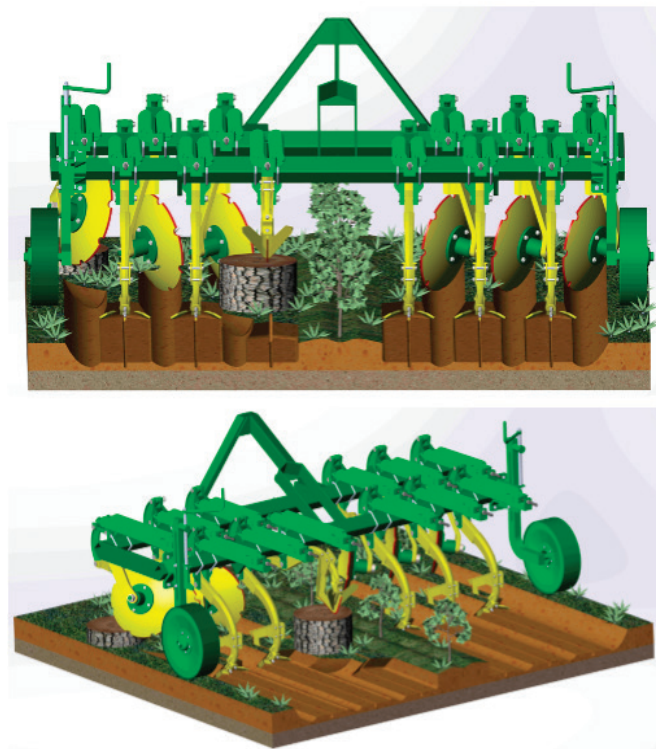


Рис. 3. Изучение технологического процесса проведения уходов методом седлания рядка культур

Литература:

1. Бартенев, И. М. Система машин для лесного хозяйства и защитного лесоразведения [Текст]: учеб. пособие / И. М. Бартенев, М. В. Драпалюк, М. Л. Шабанов; ВГЛТА — Воронеж, 2010. — 215 с.
2. Лысыч, М. Н., Шабанов М. Л., Хорольский Н. А. Обзор конструкций почвообрабатывающих орудий для проведения агротехнических уходов за лесными культурами [Текст] / М. Н. Лысыч, М. Л. Шабанов, Н. А. Хорольский // Современные проблемы науки и образования — 2015 — № 1, С.
3. Пат. 2319329 РФ, МКИ А01В49/02, 76/00. Комбинированное почвообрабатывающее орудие [Текст] / И. М. Бартенев, М. Н. Лысыч, А. А. Кузнецов; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. — № 2006127356/12; заявл. 27.07.2006; опубл. 20.03.2008, Бюл. № 12. — 3 с.
4. Шабанов, М. Л. Комбинированный культиватор для проведения агротехнических уходов на вырубках [Текст] / М. Л. Шабанов, М. Н. Лысыч, В. В. Романов // Молодой ученый. — 2014. — № 9. — с. 225–227.

Эффективные бетоны нового поколения с низким удельным расходом цемента на единицу прочности¹

Мороз Марина Николаевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;
Калашников Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор;
Ерофеева Ирина Владимировна, аспирант
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Какими бы хорошими и прогрессивными не были зарубежные и отечественные формообразующие технологии, используемая рецептура бетона остается старой (состава 1840–1850 г.) трехкомпонентной, включающей «цемент-песок-щебень». Старая четырехкомпонентная рецептура бетонных смесей «цемент-песок-щебень-вода» для основного количества регионов пополнилась лишь суперпластификаторами, способными существенно повысить прочность бетона. Для строительства уникальных зданий и сооружений она включает еще один компонент — микрокремнезем. Поэтому можно констатировать, что существенного изменения сухих компонентов, которые бы позволили увеличить прочность бетона в 2–3 раза (с 30–40 до 100–120 МПа) при тех же расходах цемента за 30 лет не произошло. В 1980–1985 г. мы производили бетон с суперпластификаторами марок М400–500 (иногда 600–700). И в настоящее время осуществляется выпуск бетона тех же марок или даже ниже. Если проанализировать статистику марочности выпускаемого бетона по средним городам с населением 500–700 тыс. чел., то по нашим сведениям самым востребованным является бетон М300–400. Если для отечественного строительства не нужны высокопрочные и сверхвысокопрочные бетоны нового поколения (за редким исключением), то должно быть хотя бы освоено производство высокоэкономичных бетонов общестроительного назначения нового поколения марок 150–700 с расходами цемента 150–300 кг на 1 м³ бетона. Такие пластифицированные бетоны по нашей терминологии [1, 2, 3, 4, 5], определяющей новый состав его, должны быть порошково-активированными, многокомпонентными. К порошково-активированным бетонам относятся как высокопрочные ($R_{сж} = 100–150$ МПа), сверхпрочные ($R_{сж} > 150$), бетоны повышенной прочности ($R_{сж} = 50–100$ МПа) и бетоны общестроительного назначения ($R_{сж} = 15–50$ МПа). Высокие прочности достигаются добавлением дополнительных 2–3 компонентов заданной дисперсности из горных пород.

Такая стратегия полностью соответствует последним постановлениям Правительства РФ, Министерства строительства и ЖКХ РФ по разработке композиционных материалов. Какие проблемы необходимо решать для производства таких бетонов:

1. Производство дисперсных порошковых наполнителей (каменной муки) из местных горных пород с удельной поверхностью $S_{уд} = 3000–4000$ см²/г;

2. Улучшение качества намывных песков, добываемых земснарядами, с отмывкой их от илистых, глинистых и пылеватых примесей на пескомойках;

3. Производство на специализированных карьерах нерудной промышленности не только щебня, но и каменной муки, тонкого дробленого песка и дробленого песка-заполнителя;

4. Нарращивание производства поликарбонатного суперпластификатора и строительство новых заводов.

Таким образом, центр тяжести необходимо перенести на получение дополнительных сырьевых компонентов, с помощью которых можно получать бетоны с прочностью до 100–120 МПа без использования микрокремнезема, количество которого оценивается в России в объеме 150 тыс. тонн (выпуск 4–5 млн. м³ бетона при содержании микрокремнезема 10% от массы цемента). При осуществлении такой концепции возможна организация производства дешёвой каменной муки из горных пород непосредственно на заводах ЖБИ и ДСК с созданием отделений помола (по аналогии с заводами газобетона, газосиликата, силикатного кирпича). Такой вариант исключает зависимость заводов от поставщиков каменной муки.

Нами изучены многие молотые горные породы в качестве добавок каменной муки в бетоны. К ним относятся плотные известняки, доломитизированные известняки, доломиты, кварцевые пески и песчаники, граниты, диориты, базальты, диабазы и т.п. [3–7].

Перспективно строительство цехов по выпуску тонкого природного песка (сепарированного) и молотого песка (известняка, доломита) на базе крупных ДСК и ЖБК. Молотые пески (микрокварц) выпускаются Раменским и Люберецким ГОК, но они стоят дороже цемента. Себестоимость 1 тонны молотого кварцевого песка обходится не дороже 500–600 руб. за 1 тонну. Молотый известняк имеет себестоимость и того ниже.

Тормозом в производстве бетонов нового поколения является наличие старых бетоносмесительных узлов, рассчитанных на дозирование трех сухих компонентов бетонной смеси. В настоящее время, как указано ранее, закупаются новые технологии формования, а на бетоносмесительных узлах экономят. Необходимо переоборудование дозировочных отделений старых бетоносме-

¹ Работа выполнена при поддержке Стипендии Президента РФ молодым ученым и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики (СП-89.2015.1)

сительных узлов. Прецеденты такого переоборудования по нашим рекомендациям имеются. В г. Рязани в июне-июле будет сдан в эксплуатацию новый завод ЖБИ с несколькими бункерами для дозирования 6–8 компонентов. В г. Тольятти по нашим рекомендациям на бетоносмесительном узле будет установлено 8 бункеров для компонентов бетона. Приобретены дробилка и мельница для дробления и помола известняка.

Российские технологии приготовления бетонных смесей — это в основном, технологии прошлого. В периферийных областных центрах используются пески и щебни различной влажности, которая плохо контролируется. В результате консистенция бетонной смеси и содержание воды изменчивы. Если за рубежом закупаются датчики влажности для бетоносмесителей, то они, как правило, не работают, «зарастают» бетоном. Необходимы коротковолновые датчики нового поколения, устанавливаемые вне бетоносмесителей (с обратной связью с приводным двигателем бетоносмесителя).

Много нерешенных проблем с организацией производства самоуплотняющегося бетона (СУБ). Эти бетоны являются вершиной прогресса в науке и техники бетонов на сегодняшний день. Разве они не определяют стратегию инновационного развития бетонного кластера в России? В Евросоюзе производство самоуплотняющегося бетона на заводах сборного железобетона составляет около 50%. В нашей практике они практически не производятся. И если появляются сообщения в российской печати, то это высокопластичные бетоны, не удовлетворяющие американским нормам ASTM или трем последним маркам СУБ

Евростандарта. Без каменной муки, тонкого песка и оптимальной гранулометрии заполнителей они не могут быть получены.

Разработкой их и исследованием усиленно занималась и занимается коллектив нашей кафедры «Технология строительных материалов и деревообработки». Нами разработаны не только высокопрочные и сверхпрочные бетоны и фибробетоны (в том числе соответствующие зарубежным «High Performant Concrete»), но и бетоны общестроительного назначения с прочностью 30–60 МПа [8–11]. Имеется и промышленная реализация в г. Красноярске [2]. Различия между порошково-активированными высокопрочными бетонами и бетонами общестроительного назначения с прочностью 30–60 МПа исчезают, если сравнивать их по величине обобщающего экономического, технического и экологического критерия — удельного расхода цемента на единицу прочности бетона при сжатии $\frac{C_{уд}^{уд}}{R_{сж}}$, кг/МПа. Какие бы научные исследования не проводились с целью создания эффективных бетонов, оценочным критерием должен стать удельный расход цемента на единицу прочности. Он должен быть не выше 4–5 кг/МПа [3–4, 6, 9, 10]. Если это сверхпрочный бетон с $R_{сж} = 150$ МПа, то расход цемента должен быть не выше 600 кг на 1 м³ бетона. Если это бетон с прочностью 40 МПа, то расход цемента не должен превышать 200 кг на 1 м³ бетона. Получение таких значений $\frac{C_{уд}^{уд}}{R_{сж}}$ и дальнейшее снижение его в перспективе должно быть стратегическим направлением инновационных технологий.

Литература:

1. Калашников, В. И. Терминология науки о бетоне нового поколения. Строительные материалы. 2011. № 3. с. 103–106.
2. Суздальцев, О. В., Дрянин Р. А., Калашников В. И. О терминологии защитно-отделочных и архитектурно-декоративных бетонов нового поколения. Новый университет. Серия: Технические науки. 2014. № 5–6 (27–28). с. 43–46.
3. Калашников, В. И. Как превратить бетоны старого поколения в высокоэффективные бетоны нового поколения. Бетон и железобетон. 2012. № 1. с. 82.
4. Калашников, В. И. Основные принципы создания высокопрочных и особовысокопрочных бетонов. Популярное бетоноведение. 2008. № 3. с. 102.
5. Калашников, В. И. Что такое порошково-активированный бетон нового поколения. Строительные материалы. 2012. № 10. с. 70–71.
6. Калашников, В. И., Тараканов О. В., Кузнецов Ю. С., Володин В. М., Белякова Е. А. Бетоны нового поколения на основе сухих тонкозернисто-порошковых смесей. Инженерно-строительный журнал. 2012. № 8 (34). с. 47–53.
7. Калашников, В. И., Тараканов О. В., Белякова Е. А., Мороз М. Н. Новые направления использования зол ТЭЦ в порошково-активированных бетонах нового поколения. Региональная архитектура и строительство. 2013. № 3. с. 22–27.
8. Калашников, В. И., Демьянова В. С., Володин В. М., Гусев А. Д. Ресурсосберегающие порошковые фибробетоны с использованием техногенных отходов. Строительные материалы. 2012. № 8. с. 52–53.
9. Калашников, В. И., Ананьев С. В. Высокопрочные и особовысокопрочные бетоны с дисперсным армированием. Строительные материалы. 2009. № 6. с. 59–61.
10. Калашников, В. И., Хвастунов А. В., Хвастунов В. Л. Физико-механические и гигрометрические свойства порошково-активированных высокопрочных щебеночных бетонов и фибробетонов с низким удельным расходом цемента на единицу прочности. Научно-технический вестник Поволжья. 2011. № 5. с. 161–164.

11. Калашников, В. И., Скачков Ю. П., Ананьев С. В., Троянов И. Ю. Геометрические параметры фибры для высокопрочных бетонов. Региональная архитектура и строительство. 2011. № 1. с. 27–33.

Параметрическая идентификация уравнений движения методом наименьших произведений

Нашивочников Виталий Викторович, студент;
Гарькина Ирина Александровна, доктор технических наук, профессор
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Рассматривается приложение метода наименьших произведений к параметрической идентификации уравнений короткопериодической составляющей продольного движения.

Ключевые слова: динамические системы, параметрическая идентификация, продольное движение, метод наименьших произведений, приложения.

Метод наименьших квадратов условно можно рассматривать как метод наименьших дисперсий; при этом метод наименьших произведений — методом наименьших спектральных плотностей. Их эквивалентами во временной области являются корреляционные функции. Нетрудно видеть, что метод наименьших квадратов является частным случаем метода наименьших произведений, когда отсчет значений фазовых координат производится в одной и той же точке. Метод представляет значительный интерес в силу большей общности по сравнению с методом наименьших квадратов. Однако до сего времени не имеет широкого распространения.

Недостатки метода наименьших произведений присущи всем известным методам спектральной теории случайных функций.

Рассмотрим приложение метода наименьших произведений к решению задачи параметрической идентификации продольного движения, а именно определению коэффициентов уравнений движения:

$$\dot{x}_1 = \alpha_{11}x_1 + \alpha_{12}x_2 + \beta_1 u,$$

$$\dot{x}_2 = \alpha_{21}x_1 + \alpha_{22}x_2 + \beta_2 u,$$

где x_1, x_2 — фазовые координаты,

u — управляющее воздействие.

Откуда

$$x_1^{k+1} = x_1^k + \Delta t (\alpha_{11}x_1^k + \alpha_{12}x_2^k + \beta_1 u^k),$$

$$x_2^{k+1} = x_2^k + \Delta t (\alpha_{21}x_1^k + \alpha_{22}x_2^k + \beta_2 u^k).$$

Здесь

$$x_i^k = x(k\Delta t), i = 1, 2;$$

$$u^k = u(k\Delta t), k = 0, 1, 2, \dots$$

$$x_1^{k+1} = a_{11}x_1^k + a_{12}x_2^k + b_1 u^k,$$

$$x_2^{k+1} = a_{21}x_1^k + a_{22}x_2^k + b_2 u^k.$$

Введем

$$a_{11} = 1 + \alpha_{11}\Delta t, \quad a_{12} = \alpha_{12}\Delta t, \quad b_1 = \beta_1\Delta t;$$

$$a_{21} = \alpha_{21}\Delta t, \quad a_{22} = 1 + \alpha_{22}\Delta t, \quad b_2 = \beta_2\Delta t.$$

По данным нормального функционирования можно получить значения $x_1^k, x_2^k, u^k, (k = \overline{1, r})$.

Коэффициенты $a_{ij}, b_i (i, j = 1, 2)$ ищутся из условия минимума $R_{x_1, x_{ocm}}^{(m)}$ (критерии обработки экспериментальных данных; при $m = 0$ получим метод наименьших квадратов):

$$R_{x_1, x_{ocm}}^{(m)} = \frac{1}{n-m} \sum_{k=1}^{n-m} [x_1^{k+1} - (a_{11}x_1^k + a_{12}x_2^k + b_1 u^k)] \cdot [x_1^{k+1+m} - (a_{11}x_1^k + a_{12}x_2^k + b_1 u^k)],$$

$$R_{x_2 x_2 ocm}^{(m)} = \frac{1}{n-m} \sum_{k=1}^{n-m} [x_2^{k+1} - (a_{21}x_1^k + a_{22}x_2^k + b_2u^k)] \cdot [x_2^{k+1+m} - (a_{21}x_1^{k+m} + a_{22}x_2^{k+m} + b_2u^{k+m})].$$

Должны иметь

$$\frac{\partial R_{x_1 x_1}^{(m)}}{\partial a_{11}} = 0, \frac{\partial R_{x_1 x_1}^{(m)}}{\partial a_{12}} = 0, \frac{\partial R_{x_1 x_1}^{(m)}}{\partial b_1} = 0.$$

Откуда следует:

$$\begin{aligned} \frac{1}{n-m} \sum_{k=1}^{n-m} \{(-x_1^k)[x_1^{k+1+m} - (a_{11}x_1^{k+m} + a_{12}x_2^{k+m} + b_1u^{k+m})] \cdot (-x_1^{k+m})[x_1^{k+1} - (a_{11}x_1^k + a_{12}x_2^k + b_1u^k)]\} &= 0, \\ \frac{1}{n-m} \sum_{k=1}^{n-m} \{(-x_2^k)[x_1^{k+1+m} - (a_{11}x_1^{k+m} + a_{12}x_2^{k+m} + b_1u^{k+m})] \cdot (-x_2^{k+m})[x_1^{k+1} - (a_{11}x_1^k + a_{12}x_2^k + b_1u^k)]\} &= 0, \\ \frac{1}{n-m} \sum_{k=1}^{n-m} \{(-u^k)[x_1^{k+1+m} - (a_{11}x_1^{k+m} + a_{12}x_2^{k+m} + b_1u^{k+m})] \cdot (-u^{k+m})[x_1^{k+1} - (a_{11}x_1^k + a_{12}x_2^k + b_1u^k)]\} &= 0. \end{aligned}$$

Аналогично определяются a_{21}, a_{22}, b_2 .

Из первого соотношения получим:

$$\begin{aligned} a_{11} \sum_{k=1}^{n-m} (x_1^{k+m} x_1^k + x_1^{k+m} x_1^k) + a_{12} \sum_{k=1}^{n-m} (x_2^{k+m} x_1^k + x_1^{k+m} x_2^k) + b_1 \sum_{k=1}^{n-m} (u^{k+m} x_1^k + x_1^{k+m} u^k) &= \\ = \sum_{k=1}^{n-m} (x_1^k x_1^{k+1+m} + x_1^{k+1} x_1^{k+m}). \end{aligned}$$

Для эргодических процессов будем иметь:

$$\begin{aligned} a_{11} 2R_{x_1 x_1}^{(m)} + a_{12} (R_{x_1 x_2}^{(m)} + R_{x_2 x_1}^{(m)}) + b_1 (R_{x_1 u}^{(m)} + R_{u x_1}^{(m)}) &= R_{x_1 x_1}^{(m+1)} + R_{x_1 x_1}^{(m-1)}, \\ a_{11} R_{x_1 x_1}^{(m)} + \frac{1}{2} a_{12} (R_{x_1 x_2}^{(m)} + R_{x_2 x_1}^{(m)}) + \frac{1}{2} b_1 (R_{x_1 u}^{(m)} + R_{u x_1}^{(m)}) &= R_{x_1 x_1}^{(m+1)} + R_{x_1 x_1}^{(m-1)}. \end{aligned}$$

Поступая аналогично, получим еще три уравнения.

В итоге получим систему:

$$\begin{aligned} a_{11} R_{x_1 x_1}^{(m)} + \frac{1}{2} a_{12} (R_{x_1 x_2}^{(m)} + R_{x_2 x_1}^{(m)}) + \frac{1}{2} b_1 (R_{x_1 u}^{(m)} + R_{u x_1}^{(m)}) &= R_{x_1 x_1}^{(m-1)} + R_{x_1 x_1}^{(m+1)}, \\ \frac{1}{2} a_{11} [R_{x_1 x_2}^{(m)} + R_{x_2 x_1}^{(m)}] + a_{12} R_{x_2 x_2}^{(m)} + \frac{1}{2} b_1 [R_{x_2 u}^{(m)} + R_{u x_2}^{(m)}] &= R_{x_1 x_2}^{(m-1)} + R_{x_2 x_1}^{(m+1)}, \\ \frac{1}{2} a_{11} [R_{x_1 u}^{(m)} + R_{u x_1}^{(m)}] + \frac{1}{2} a_{12} [R_{x_2 u}^{(m)} + R_{u x_2}^{(m)}] + b_1 R_{uu}^{(m)} &= R_{x_1 u}^{(m-1)} + R_{u x_1}^{(m+1)}. \end{aligned} \tag{1}$$

Для определения a_{21}, a_{22}, b_2 получим точно такую же систему, но с правыми частями, соответственно равными

$$\begin{aligned} R_{x_2 x_1}^{(m-1)} + R_{x_1 x_2}^{(m+1)}, \\ R_{x_2 x_2}^{(m-1)} + R_{x_2 x_2}^{(m+1)}, \\ R_{x_2 u}^{(m-1)} + R_{u x_2}^{(m+1)}. \end{aligned} \tag{2}$$

В общем случае сигналы x_1, x_2, u содержат помехи.

Так что:

$$\begin{aligned} x_1 &= x_{1ucm} + n_1, \\ x_2 &= x_{2ucm} + n_2; \\ u &= u_{ucm} + u_u, \end{aligned}$$

$$R_{x_1 x_1} = R_{x_1 x_2}^{ucm} + R_{x_2}^{ucm} n_1 + R_{x_1}^{ucm} n_2 + R_{n_1 n_1}.$$

При некоррелированных помехах будем иметь:

$$R_{x_2}^{ucm} n_1 = R_{x_1}^{ucm} n_2 = R_{n_1 n_2} = 0,$$

$$R_{x_1 x_2} = R_{x_1 x_2}^{ucm},$$

$$R_{x_1 x_1} = R_{x_1 x_1}^{ucm} + R_{n_1 n_1}.$$

Как видим, в составляющих от помех содержатся только автокорреляционные функции, но не содержатся взаимные. Поэтому найдется $m = m_0$, такое, что $R_{n_i, n_i} = 0$, а R_{x_i, x_i} еще достаточно велико. Поэтому решения систем (1) и (2) при $m = m_0$ дадут состоятельные оценки для коэффициентов a_{ij}, b_i .

Метод широко использовался при разработке тренажных и обучающих комплексов для подготовки операторов и показал свою эффективность [1...7].

Литература:

1. Тюкалов, Д. Е., Данилов А. М. Моделирование и подготовка операторов транспортных эргатических систем / Молодой ученый. — 2015. — № 3 (83). — с. 247–249.
2. Гарькина, И. А., Данилов А. М., Пылайкин С. А. Имитаторы движения транспортных средств / Альманах современной науки и образования. — 2013. — № 7 (74). — с. 40–42.
3. Гарькина, И. А., Данилов А. М., Пылайкин С. А. Практические методы идентификации транспортных эргатических систем / Альманах современной науки и образования. — 2013. — № 8 (75). — с. 50–52.
4. Данилов, А. М., Гарькина И. А., Будылина Е. А. Практические методы идентификации эргатической системы / Отраслевые аспекты технических наук. — 2013. — № 6 (30). — с. 03–05.
5. Нугаев, А. С., Данилов А. М. Управление в пространстве: оценка зависимостей выходных координат объекта в замкнутой системе / Вестник магистратуры. — 2014. — № 11–1 (38). — с. 27–30.
6. Нугаев, А. С., Данилов А. М. Оценка качества объекта управления эргатической системы: функционал качества, определение весовых констант / Вестник магистратуры. — 2014. — № 12–1 (39). — с. 16–19.
7. Будылина, Е. А., Гарькина И. А., Данилов А. М. Моделирование с позиций управления в технических системах // Региональная архитектура и строительство. — 2013. — № 2. — с. 138–142.

Алгоритм решения прикладных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка с методом дифференциальной прогонки

Олимов Муродилла, кандидат физико-математических наук, доцент;
 Жакбаров Одилжон Отамирзаевич, кандидат технических наук, доцент;
 Ирискулов Фарход Султонбоевич, ассистент
 Наманганский инженерно-педагогический институт (Узбекистан)

Метод дифференциальной прогонки развивается для решения широкого класса краевых задач дифференциальных уравнений четвертого порядка с переменными коэффициентами. В ряде прикладных задач показывается эффективность предлагаемого метода как способа алгоритм решения подобных задач.

Ключевые слова: дифференциальная прогонка, задача Коши, метод Канторович — Власова, изгиб балки переменного сечения, цилиндрической оболочки переменной толщины, прямоугольной пластинки переменной жесткости.

Приближенные решения уравнений математической физики, дифференциальных и интегральных чаще всего строятся на основе так называемых прямых методов, позволяющих свести построение приближенного решения данной задачи к решению систем линейных (если данная задача также линейная) алгебраических уравнений. Как хорошо известно, прямые методы прекрасно зарекомендовали себя на практике и получили широкое распространение; чаще других используются различные варианты метода сеток. Однако наряду со многими достоинствами, прямые методы имеют и один важный недостаток: чтобы получить более высокую точность приближения, приходится повышать порядок алгебраической системы, что часто приводит к неустойчивости вычислительного процесса. Для метода сеток увеличение порядка алгебраической системы ведёт к увеличению числа ее обусловленностей, что влечет за собой накопление ошибок при решении системы и, как следствие понижение точности. Добавим к этому, что машинное решение алгебраических систем высокого порядка наталкивается еще на специфические трудности, связанные с ограниченностью памяти ЭВМ.

Высказанные здесь соображения делают, по-видимому, целесообразной попытку использовать для приближенного решения задач математической физики методы, не требующие применения систем алгебраических уравнений высоких

порядков. В связи с этим в данной статье мы постараемся показать, как можно заменить линейные краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка задачами Коши, для решения которых существуют устойчивые численные методы. При этом будем пользоваться специальными преобразованиями искомого решения, сводящих краевые задачи к задачам Коши. Подобные преобразования для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка имеются в работах [1,2].

Будем рассматривать краевые задачи только для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка с переменными коэффициентами. Распространение предлагаемого метода в сочетании с методом Канторовича — Власова или методом прямых на уравнения с частными производными в ряде случаев очевидно.

Рассмотрим дифференциальное уравнение

$$[p(x)u''(x)]' + r(x)u''(x) + q(x)u'(x) + \theta(x)u(x) = f(x), \tag{1}$$

где $P(x), r(x), q(x), \theta(x), f(x)$ - известные функции при различных граничных условиях.

Пусть граничных условиях для уравнения (1) будут следующие:

$$u(a) = u''(a) = u(b) = u''(b) = 0. \tag{2}$$

Введя обозначения

$$u = u_1, \quad pu'' = u_2 \tag{3}$$

Напишем уравнение (1) в виде

$$W''(x) = A(x)W'(x) + B(x)W(x) + F(x), \tag{4}$$

Где

$$W(x) = \begin{pmatrix} u_1(x) \\ u_2(x) \end{pmatrix}, \quad A(x) = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ -q(x) & 0 \end{pmatrix} \\ B(x) = \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{p(x)} \\ -\theta(x) & -\frac{r(x)}{p(x)} \end{pmatrix}, \quad F(x) = \begin{pmatrix} 0 \\ f(x) \end{pmatrix} \tag{5}$$

$$W(a) = 0, \quad W(b) = 0.$$

Ищем решение уравнение (4)

$$W(x) = \alpha(x)W'(x) + \beta(x) \tag{6}$$

С начальным условием

$$W(a) = 0 \tag{7}$$

Где $\alpha(x)$ — 2-мерная матрица, $\beta(x)$ — 2-мерный вектор. Тогда для нахождения $\alpha(x)$ и $\beta(x)$ получим уравнения

$$\begin{cases} \alpha'(x) = E - \alpha(x)A(x) - \alpha(x)B(x)\alpha(x) \\ \beta'(x) = -\alpha(x)B(x)\beta(x) - \alpha(x)F(x) \end{cases} \tag{8}$$

С начальными условиями

$$\alpha(b) = \beta(b) = 0 \tag{9}$$

Таким образом, краевая задача (1)-(2) свелась к задачам Коши (6)-(7), (8)-(9).

Применяем изложенных методов к некоторым задачам теории упругости.

1. Изгиб балки переменного сечения, лежащей на упругом основании. Основное разрешаемое уравнение-

$$\frac{d^2}{dx^2} \left[EJ(x) \frac{d^2 W(x)}{dx^2} \right] + K(x)W(x) = f(x) \tag{10}$$

где E — модуль упругости, $J(x)$ — момент инерции сечения, $K(x)$ — переменный коэффициент.

Если, балка свободно опертая, то граничные условия точно совпадают с граничными условиями (2).

Следовательно, полагая $p(x) = EJ(x)$, $r(x) = q(x) = 0$ и $K(x) = \theta(x)$, из решений уравнения (1) найдем решения уравнения (3).

Если один край балки жестко защемлен, а другой — свободный, то граничные условия для уравнения (10) будут такие:

$$\left. \begin{aligned} W(x) = \frac{dw(x)}{dx} = 0, \quad \text{при} \quad x = a \\ \frac{d^2w(x)}{dx^2} = 0, \frac{d^3w(x)}{dx^3} = 0, \quad \text{при} \quad x = b \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

2. Изгиб цилиндрической оболочки переменной толщины под действием симметричной относительно оси нагрузки.

Основное разрешаемое уравнение имеет вид [3]

$$\frac{d}{dx^2} [D(x) \frac{d^2W(x)}{dx^2}] + \frac{Eh(x)}{\rho^2} W(x) = f(x), \quad (12)$$

где $D = \frac{Eh^3(x)}{12(1-\nu^2)}$, $h(x)$ — переменная толщина, ρ — радиус оболочки, ν — коэффициент Пуассона.

Уравнение (12) полностью идентично уравнению (16), поэтому решения о соответствующими граничными условиями получаем аналогичным образом.

3. Изгиб прямоугольной пластинки переменной жесткости.

Рассмотрим задачу об изгибе пластинки, когда жесткость является функцией от x . Тогда основной разрешаемое уравнение данной задачи запишется так [3]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2}{\partial x^2} [D(x) \frac{\partial^2 W(x, y)}{\partial x^2}] + D(x) [\frac{\partial^2}{\partial y^2} \nabla^2 W(x, y) + \frac{\partial^4 W(x, y)}{\partial x^2 \partial y^2}] + \\ + 2 \frac{dD(x)}{dx} \frac{\partial^3 W(x, y)}{\partial x \partial y^2} + \frac{d^2 D(x)}{dx^2} \frac{\partial^2 W(x, y)}{\partial x^2} = g(x, y) \end{aligned} \quad (13)$$

Граничные условия для пластинок следующие:

жестко защемленной

$$\left. \begin{aligned} W = \frac{\partial W}{\partial x} = 0 \quad \text{при} \quad x = a, x = 0 \\ W = \frac{\partial W}{\partial y} = 0 \quad \text{при} \quad y = b, y = 0 \end{aligned} \right\}; \quad (14)$$

свободно опертой

$$\left. \begin{aligned} W = 0, M_x = -D \left(\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} \right) = 0 \quad \text{при} \quad x = 0, x = a \\ W = 0, M_y = -D \left(\frac{\partial^2 W}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} \right) = 0 \quad \text{при} \quad y = 0, y = b \end{aligned} \right\}; \quad (15)$$

свободной

$$\left. \begin{aligned} M_x = 0, \theta_x = \frac{\partial}{\partial x} M_x = 0 \quad \text{при} \quad x = 0, x = a \\ M_y = 0, \theta_y = \frac{\partial}{\partial y} M_y = 0 \quad \text{при} \quad y = 0, y = b \end{aligned} \right\}; \quad (16)$$

Решение уравнения (13) ищем в виде

$$W(x, y) = U(x)\varphi(y), \quad (17)$$

где $\varphi(y)$ — известные координатные функции, удовлетворяющие граничным условиям пластинки при $y=0, y=b$.

Подставляя предполагаемое решение (17) и (13) и выполняя процедуры метода Канторовича — Власова, приходим к уравнению

$$\frac{d^2}{dx^2} [\rho(x) \frac{d^2W}{dx^2}] + r(x) \frac{d^2W}{dx^2} + q(x) \frac{dW}{dx} + \theta(x)W = f(x), \quad (18)$$

где

$$\rho(x) = D(x) \int_0^b \varphi^2 dy, \quad r(x) = 2D(x) \int_0^b \varphi_{yy} \varphi dy + \frac{d^2 D(x)}{dx^2} \int_0^b \varphi_y^2 dy,$$

$$q(x) = 2 \frac{dD(x)}{dx} \int_0^b \varphi_{yy} \varphi dy;$$

$$\theta(x) = D(x) \int_0^b \varphi_{yyy} \varphi dy, \quad f(x) = \int_0^b g \varphi dy$$

Таким образом, уравнения (10), (12) и (18) соответствующими граничными условиями с успехом могут быть решены предлагаемым методом.

Литература:

1. Ирискулов, М. Олимов, К. Исманова, А. Имомов. Численные методы и алгоритмы. Учебное пособие., Наманган, Изд-во «Наманган», 2013, 278с.
2. Олимов М., Каримов П., Исмоилов Ш.. К решению краевых задач пространственных стержней при переменных упруго-пластических нагрузжений с учетом разгрузки // Научно-технический журнал ФерПИ, Фергана — 2014. — № 3 — с. 113–116.
3. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. М., «Наука», 1966.

Эффективный разогрев двигателя при низких температурах

Рылякин Евгений Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент;
Волошин Александр Игоревич, студент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

В статье рассмотрены основные требования к конструкциям технических средств, обеспечивающих работоспособность гидравлических систем двигателя транспортно-технологических машин в условиях отрицательных температур окружающего воздуха. Описывается конструкция электрического нагревателя, устанавливаемого в трубопровод системы охлаждения двигателя и обеспечивающий разогрев охлаждающей жидкости до рациональной температуры.

Ключевые слова: охлаждающая жидкость, двигатель, транспортно-технологические машины, температура, вязкость, электронагреватель.

На большей части территории нашей страны (96...97% площади) средняя месячная температура окружающего воздуха находится в пределах $\pm 20^\circ\text{C}$, причем при температуре минус 20°C свыше четырех месяцев в году эксплуатируется 65% автотракторного парка [1].

Все известные способы подогрева рабочей жидкости, применяющиеся в гидравлических системах транспортно-технологических машин, должны удовлетворять следующим требованиям [2,3]:

- минимальные затраты времени на разогрев рабочей жидкости;
- минимальная длина трубопроводов;
- отсутствие сложных и дорогих в изготовлении конструктивных элементов и, в свою очередь, использование серийно выпускаемых рабочих элементов;
- равная продолжительность срока службы элементов гидросистемы;
- возможность переключения разогрева на охлаждение;
- простота и автоматизм включения, выключения и переключения;

— ремонтпригодность.

Электрические подогреватели используют для подогрева охлаждающей жидкости электрическую энергию внешней сети переменного тока или бортовой сети. Наибольшее применение электрические подогреватели нашли в северных европейских странах, вместе с тем, и в нашей стране они применяются достаточно часто.

Основными преимуществами электрических подогревателей являются отсутствие вредных выбросов при работе, бесшумность, низкая цена, быстрота нагрева жидкости, ведь по сути это электрический кипятильник.

Электрические подогреватели устанавливаются непосредственно в полостях автомобильных гидросистем или в каком-либо из их патрубков.

Согласно исследованиям НИИАТ [4] электроподогрев признан перспективным, так как для его внедрения не требуются большие капитальные затраты, а расход энергии ниже, чем, например, у воздухоподогрева. Однако он пока не получил широкого распространения из-за

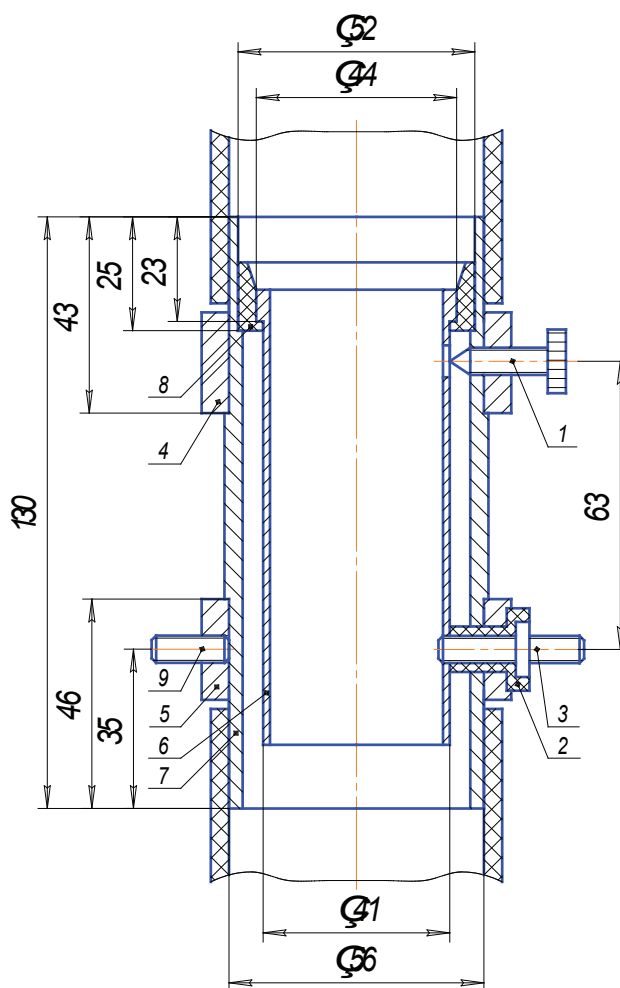


Рис. 1. Устройство для терморегулирования рабочей жидкости: 1 — винт регулировочный; 2 — изолятор; 3 — клемма; 4 — кольцо верхнее; 5 — кольцо нижнее; 6 — корпус внутренний; 7 — корпус внешний; 8 — прокладка; 9 — шпилька клеммовая

сложности системы автоматического регулирования температуры охлаждающей жидкости.

Предлагаемый электронагреватель, рекомендуемый для системы охлаждения автомобилей семейства КамАЗ, электродного типа. Он автоматически поддерживает температуру охлаждающей жидкости в заданных пределах без отключения его от электрической сети [5]. Автоматический электронагреватель состоит из двух трубчатых электродов 6 и 7 (рис. 1), изготовленных из нержавеющей труб, соединенных между собой в верхней части распорным кольцом 8 из винипласта, а в нижней части клеммой 3. Пространство между электродами над распорным кольцом 8 заполняется эпоксидной смолой. В верхней части электрода 6 просверлено отверстие диаметром 7 мм, сечение которого регулируется винтом 1. Клемма 3 проходит через изолятор 2 и приварена к внутреннему электроду 6. Этим обеспечивается фиксация электродов относительно друг друга в нижней части электронагревателя и надежный контакт между клеммой 3 и электродом 6. В верхней и нижней частях внешнего электрода 7 установлены экранирующие сетки, предотвращающие попадание электрического потенциала на

корпус. На концы наружного электрода надеваются резиновые патрубки гидросистемы.

При подключении электродов к источнику электроэнергии жидкость в пространстве между электродами нагревается и закипает. Образовавшийся пар скапливается в верхней части межэлектродного пространства, выдавливая жидкость через нижнюю полость. Но, так как пар может свободно выходить через верхнее отверстие внутреннего электрода, пространство между электродами сразу же заполняется жидкостью. Через отверстие может пройти только определенное количество пара, поэтому холодная жидкость будет заполнять почти все межэлектродное пространство, а при заполнении его горячей жидкостью сразу же начнется интенсивное парообразование, так как требуется меньше энергии для разогрева жидкости до температуры кипения. В этом случае большая часть электродов будет оголена (т.е. пространство между ними будет заполнено паром) и мощность электронагревателя автоматически будет снижаться. При более низкой температуре жидкости она успевает заполнять все межэлектродное пространство и подогреватель работает на максимальной мощности. В момент

включения мощность подогревателя зависит от электропроводности жидкости, площади электродов и расстояния между ними. В процессе работы мощность электро-

нагревателя зависит только от температуры жидкости, так как с ее изменением изменяется активная площадь электродов.

Литература:

1. Николаенко, А. В. Повышение эффективности использования тракторных дизелей в сельском хозяйстве [Текст] / А. В. Николаенко, В. Н. Хватов. — Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. — 191 с.
2. Каверзин, С. В. Обеспечение работоспособности гидравлического привода при низких температурах: моногр. [Текст] / С. В. Каверзин, В. П. Лебедев, Е. А. Сорокин. — Красноярск, 1997. — 240 с.
3. Рылякин, Е. Г. Повышение работоспособности гидросистемы трактора терморегулированием рабочей жидкости: дис... канд. техн. наук: 05.20.03: защищена 21.09.2007: утв. 07.12.2007 / Рылякин Евгений Геннадьевич. — Пенза, 2007. — 150 с.
4. Рылякин, Е. Г. Повышение работоспособности гидропривода транспортно-технологических машин в условиях низких температур [Текст] / Е. Г. Рылякин, Ю. А. Захаров // Мир транспорта и технологических машин. — № 1 (44). — Январь-Март 2014. — с. 69–72.
5. Абрамов, К. А. Устройства для предпускового подогрева двигателя [Текст] / К. А. Абрамов, Е. Г. Рылякин // Materiály IX mezinárodní vědecko — praktická konference «Dny vědy — 2013». — Díl 35. Technické vědy: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o — С.22–25.

Система терморегулирования гидропривода

Рылякин Евгений Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент;

Волошин Александр Игоревич, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Для повышения работоспособности гидроагрегатов мобильных машин предлагается использовать систему регулирования температуры рабочей жидкости оригинальной конструкции. Приводятся основные преимущества разработанной системы, её конструктивные элементы, а также результаты исследований с применением реализованных технических решений в условиях зимней эксплуатации.

Ключевые слова: терморегулирование, рабочая жидкость, условия эксплуатации, гидропривод, транспортно-технологические машины.

Гидроприводы современных транспортно-технологических машин, за редким исключением, не оснащаются системами регулирования температуры рабочей жидкости, что сказывается при эксплуатации этих машин.

Известны системы разогрева рабочей жидкости за счет уменьшения вместимости гидробака и площади теплоотдачи, например, система имеющая малый и большой баки, основной и дополнительный распределители, насос, термодатчик, гидродвигатель [1], или система состоящая из малого и большого баков, сильфонного термодатчика расширения, теплообменника, распределителя, насоса и каналов, связывающих перечисленные агрегаты [2], или система состоящая из малого и большого баков, золотникового распределителя, гидравлического сопротивления и трубопроводов соединяющих перечисленные агрегаты [3].

Недостатком системы [1] является то, что после достижения оптимальной температуры в период работы на малом баке при подключении большого бака температура рабочей жидкости резко понижается и становится

значительно ниже оптимальной, так как масса холодного масла значительно больше массы горячего масла. Этот недостаток исключен в системах [2,3] за счет постепенного нагрева рабочей жидкости. Однако это направление терморегулирования рабочей жидкости требует довольно существенных конструктивных изменений гидропривода, что влечет усложнение технологии изготовления, увеличение габаритов, массы и стоимости машины.

Известны системы разогрева рабочей жидкости дросселированием [4,5,6,7], которые основаны на том, что при прохождении жидкости через гидравлическое сопротивление (дроссель) с перепадом давлений, она нагревается. Разогрев рабочей жидкости в результате дросселирования происходит при прохождении жидкости через дроссель за счет потери давления в процессе деформации (мятия) жидкости и превращения механической энергии в тепловую.

Недостатком этих систем является то, что при прохождении жидкости под давлением с высокой скоростью через каналы и зазоры направляющей и регулирующей

гидроаппаратуры и другие местные сопротивления происходит многократное мятие жидкости, что весьма вредно влияет на физико-химические свойства рабочей жидкости. В процессе дросселирования масла при больших давлениях происходит деструкция молекулярных цепочек, в результате уменьшается вязкость, ухудшаются смазывающие свойства и наблюдается потемнение масла.

Известны системы нагрева рабочей жидкости электронагревательными элементами [8]. Такие системы содержат гидробак, насос, гидрораспределитель и электронагревательные элементы.

Основным недостатком этих систем является обязательное наличие источников электроэнергии для питания электронагревательных элементов гидросистем, что не всегда можно обеспечить, особенно, в условиях значительного удаления техники от стационарных источников электроэнергии.

Из известных наиболее близким по технической сущности является система разогрева рабочей жидкости отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания [9], состоящей из гидронасоса, сообщенной всасывающей гидролинией с баком и напорной гидролинией с теплообменником, который установлен таким образом, что оказывается включен в выхлопной коллектор двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и отработавшие газы рабочей машины, при помощи заслонки направляются по тепловым трубам через масляный бак гидросистемы, нагревая рабочую жидкость. Охлаждение происходит при открытой заслонке в результате создаваемого выхлопными газами разряжения в теплообменнике, что позволяет окружающему воздуху охлаждать масло, проходя по тепловым трубам в выхлопную трубу.

Недостатком этой системы является то, что масло гидросистемы претерпевает значительные локальные перегревы в режиме его разогрева, так как температура отработавших газов при выпуске их из двигателя в несколько раз превышает оптимальную температуру рабочей жидкости. Под воздействием высокой температуры ускоряется интенсивность процесса окисления и окислительной полимеризации — это является основным фактором старения масла, при котором выделяются и выпадают в осадок органические кислоты и асфальтосмолистые вещества, которые засоряют маслопроводы и каналы.

Предлагаемая система регулирования температуры рабочей жидкости в гидроприводе содержит гидронасос, всасывающей гидролинией, сообщенный с баком и напорной гидролинией с теплообменником. В напорной гидролинии расположено гидравлическое сопротивление, управляющее электромагнитными реле, от положения золотника (сердечника катушек) которых зависит направление потока жидкости. Нагнетательная гидролиния масляного насоса системы смазки ДВС, включающая масляный радиатор, через змеевик теплообменника и золотник электромагнитных реле соединяет масляный насос системы смазки ДВС с поддоном картера двигателя. Нагнетательная пневмолиния блока охлаждения кабины

связывает вентилятор с внешней полостью теплообменника. Через сливную гидролинию теплообменник сообщается с баком.

Система работает следующим образом.

При низких температурах окружающего воздуха гидронасос, нагнетая рабочую жидкость гидросистемы в напорную гидролинию, будет воздействовать на втулку с коническим отверстием гидравлического сопротивления. При большой вязкости рабочей жидкости втулка будет удерживаться в крайней «левой» позиции, замыкая электроконтакт и зажигая сигнальную лампу. В цепи электромагнитных реле возникает ток и золотник втягивается, направляя поток рабочей жидкости из бака через всасывающую гидролинию, гидронасос, гидравлическое сопротивление, напорную гидролинию во внутреннюю полость теплообменника. Внутренняя полость теплообменника образована корпусом и двумя торцевыми крышками. Поступая через подводящий штуцер во внутреннюю полость теплообменника, рабочая жидкость нагревается обтекая змеевик, через который пропускается моторное масло двигателя, имеющее постоянную рабочую температуру 80...90°C, и, затем, масло из теплообменника, через отводящий штуцер, по сливной гидролинии поступает в бак.

По мере нагрева масла в баке вязкость рабочей жидкости будет уменьшаться, а, следовательно, сила, действующая на втулку сопротивления, ослабнет и под действием возвратной пружины втулка переместится в канал и, тем самым, разомкнет контакт, о чем будет сигнализировать отключившаяся лампа. В цепи электромагнитных реле пропадет ток и золотник, под действием пружин, вернется в исходное положение, направляя поток жидкости моторного масла двигателя в обход змеевика по нагнетательной гидролинии системы смазки ДВС с масляным радиатором, а рабочую жидкость к агрегатам гидросистемы.

При разогреве рабочей жидкости свыше 60°C, вязкость рабочей жидкости уменьшится настолько, что возвратная пружина переместит втулку в канал в крайнюю «правую» позицию и замкнет контакт, о чем просигнализирует загоревшаяся лампа. В цепи электромагнитного реле возникнет ток, и золотник втянется в катушку, открывая нагнетательную пневмолинию. Вентилятор начинает нагнетать воздух во внешнюю полость теплообменника, образованную внешним корпусом, внутренним корпусом и торцевыми крышками. Попадающий через подводящий штуцер во внутреннюю полость теплообменника, воздух совершает движение вокруг внутреннего корпуса, обтекая стенки спиральной вставки. Тем самым, увеличивается путь, проходимый воздухом во внешней полости и улучшается интенсивность теплообмена. Затем, через отводящий штуцер, воздух выводится в атмосферу. Герметичность и крепление деталей в теплообменнике обеспечивается прокладками и гайками.

После охлаждения жидкости до оптимальных значений, под действием вновь возросшей силы, втулка преодолевает сопротивление пружины и разомкнет контакт (сигнальная лампа потухнет) и золотник электромагнитных

реле, вернувшись в исходное положение, перекроет подачу воздуха от вентилятора. Контроль температуры рабочей жидкости в баке осуществляется при помощи установленного в нем термодатчика.

Предлагаемая система терморегулирования относится к средствам регулирования гидроприводов и может

быть использовано для поддержания и обеспечения оптимальной температуры рабочей жидкости в гидросистемах различных машин [1–3], и от ее использования может быть получен следующий результат: повышение эффективности, надежности и точности работы системы терморегулирования рабочей жидкости в гидроприводе.

Литература:

1. А.с. 800442 СССР МКИЗ F15B 13/02. Система регулирования температуры рабочей жидкости в гидроприводе / В. А. Дмитриев, С. В. Каверзин, С. И. Васильев, С. А. Привалихин (СССР). — 3 с.: ил. Бюллетень № 4 от 30.01.81.
2. Каверзин, С. В., Лебедев В. П., Сорокин Е. А. Обеспечение работоспособности гидравлического привода при низких температурах. — Красноярск: 1997. — 179 с..
3. А.с. 1008515 СССР МКИЗ F15B 21/04. Гидропривод с дроссельным разогревом рабочей жидкости / С. В. Каверзин, А. И. Хорош, С. С. Каверзина (СССР). — 2 с.: ил. Бюллетень № 12 от 30.03.83.
4. А.с. 511888 СССР МКИЗ A01B 63/10. Гидравлическая система трактора / Д. Е. Флеер (СССР). — 1976.
5. А.с. 821776 СССР МКИЗ F15B 21/04. Система регулирования температуры рабочей жидкости в гидроприводе / С. И. Васильев, С. В. Каверзин, В. А. Дмитриев, В. А. Мальцев, В. П. Павлов (СССР). — 2с.: ил. Бюллетень № 14 от 15.04.81.
6. Каверзин, С. В., Лебедев В. П., Сорокин Е. А. Обеспечение работоспособности гидравлического привода при низких температурах. — Красноярск: 1997. — с.189, 170.
7. А.с. 361971 СССР МКИЗ B66c 13/12; F16I 53/00. Устройство для регулирования температуры рабочей жидкости в объемном гидроприводе лесопогрузчика / В. Г. Мельников, С. Г. Каверзин, А. И. Иванов, А. И. Максимов (СССР). — 1973.
8. Пат. 2236615 РФ, МКИ5 F15B21/04. Система регулирования температуры рабочей жидкости / П. А. Власов, Е. Г. Рылякин (РФ). — № 2003118925, Заявлено 23.06.2003; Оpubл. 20.09.2004, Бюл. № 26.
9. Власов, П. А. Терморегулирование жидкости гидросистемы [Текст] / П. А. Власов, Е. Г. Рылякин // Сельский механизатор. — 2007. — № 6, С.36–37.
10. Курылев, А. В. Система регулирования температуры рабочей жидкости в гидроприводе транспортно-технологических машин [Текст] / А. В. Курылев, Е. Г. Рылякин // Мир транспорта и технологических машин. — № 3 (46). — Июль-Сентябрь 2014. — с. 89–96.

Обеспечение эффективной функциональности гидропривода мобильных машин

Рылякин Евгений Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент;

Костина Влада Игоревна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

В статье рассмотрены основные факторы, влияющие на работоспособность гидравлических систем транспортно-технологических машин в условиях отрицательных температур окружающего воздуха. Анализируются наиболее распространенные способы обеспечения рационального температурного режима гидросистем транспортно-технологических машин.

Ключевые слова: рабочая жидкость, гидросистема, транспортно-технологические машины, температура, вязкость, предпусковой подогрев.

Экономичная работа гидросистем транспортно-технологических машин возможна только при рациональном тепловом режиме. Современные машины не имеют системы терморегулирования масла в агрегатах гидросистемы. Ее отсутствие сказывается в основном при их эксплуатации в зимнее время.

Основными причинами, ухудшающими работоспособность и определяющими особенности функционирования

агрегатов гидросистемы транспортно-технологических машин в холодное время года, являются следующие: отсутствие устройств терморегулирования масла в гидравлических системах современных мобильных машин; высокая вязкость рабочей жидкости в начальный период работы, определяющая ухудшение пусковых качеств гидронасосов, а также нарушение режима смазки узлов и механизмов; большая продолжительность прогрева ра-

бочей жидкости до эксплуатационных температур; низкое значение установившегося теплового режима основных функциональных систем гидросистемы.

Как показало обобщение опыта, в условиях автотранспортного производства представляется возможным осуществить следующие способы улучшения работоспособности гидросистем: перед зимними работами подбирать для использования масла с улучшенными эксплуатационными свойствами, производить подогрев непосредственно перед началом работы и поддерживать рациональные температурные режимы непосредственно при эксплуатации [1].

Наилучшим решением вопроса необходимо было бы считать применение масел с пологой вязкостно-температурной характеристикой (масла на минеральной и синтетической основах) [2,3]. Однако использование масел с улучшенными низкотемпературными свойствами эффективно в основном только в период пуска и в начале работы. На уровень установившегося теплового режима гидросистемы это не оказывает существенного влияния. Кроме того, объем производства указанных масел в нашей стране пока еще недостаточен, их применение ограничено высокой стоимостью, поэтому их разрабатывают, в основном, для районов Крайнего Севера и используют только в самых ответственных узлах трения.

Улучшение работоспособности гидросистемы при эксплуатации поддержанием рациональных нагрузочного и скоростного режимов работы механизмов в сочетании с повышением коэффициента сменности и увеличением загрузки гидросистемы в течение рабочего дня является мало-перспективным ввиду специфичности зимних видов работ.

Стоянка машины в межсменное время в теплом гараже значительно снижает скорость охлаждения ее агрегатов и к началу смены температура масла в гидроагрегатах несколько выше температуры в помещении. При этом обеспечивается легкий пуск техники в работу, значительно улучшаются условия труда водителей, операторов, повышается производительность. Однако, учитывая территориальную разобщенность автопарка и работу их в зимних условиях небольшими группами, отсутствие отопляемых гаражей на большинстве предприятий, и принимая во внимание, что не всегда экономически выгодно иметь утепленные гаражи во всех точках эксплуатации, до сих пор приходится считаться с наличием эксплуатации техники при безгаражном хранении. И если для разогрева двигателей в настоящее время разработано много различных способов (индивидуальные средства разогрева, групповой разогрев и т.д.), то гидросистемы транспортно-технологических машин чаще всего пускаются в работу без подогрева, что ведет к известным отрицательным последствиям.

Весьма эффективно утепление корпусов гидроагрегатов теплоизоляционными материалами, но эта задача технически трудно осуществима, так как агрегаты гидросистемы располагаются по всей длине трактора, на значительном расстоянии друг от друга [4].

Из немногих способов подогрева рабочей жидкости гидросистемы следует отметить следующие: горячим воздухом, теплом инфракрасных горелок, дросселированием, изменением площади теплообмена, электронагревательными элементами, за счет тепла выделяемого двигателем внутреннего сгорания (ДВС), отработавшими газами ДВС [3].

Разогрев агрегатов гидросистемы горячим воздухом достаточно эффективен, прост и доступен. Водовоздушный подогреватель Целинного филиала ГОСНИТИ может разогреть сразу шесть машин. С его помощью нагревается масло в картерах двигателя, баках гидросистем, КПП, заднем мосту. Масло разогревают горячим воздухом с температурой 300...350 °С [2]. Основными недостатками данного способа являются необходимость приобретения дополнительного оборудования и значительные затраты на горюче-смазочные материалы.

Разогрев агрегатов гидросистемы газовыми горелками инфракрасного излучения также не получил широкого распространения из-за низкого КПД этих установок и необходимости дополнительных затрат на приобретение газа. Следует отметить, что показатели установок, основанных на применении горелок инфракрасного излучения и сжиженного газа, значительно улучшаются, если их применяют для других целей, например, для отопления зданий.

Системы разогрева рабочей жидкости дросселированием [3], основаны на том, что при прохождении жидкости через дроссель с перепадом давлений, она нагревается. Разогрев рабочей жидкости в результате дросселирования происходит при прохождении жидкости через гидравлическое сопротивление (дроссель) за счет потери давления в процессе деформации (мятия) жидкости и превращения механической энергии в тепловую.

Недостатком этих систем является то, что при прохождении жидкости под давлением с высокой скоростью через каналы и зазоры направляющей и регулирующей гидроаппаратуры и другие местные сопротивления происходит многократное мятие жидкости, что весьма вредно влияет на физико-химические свойства рабочей жидкости. В процессе дросселирования масла при больших давлениях происходит деструкция молекулярных цепочек, в результате уменьшается вязкость, ухудшаются смазывающие свойства, и наблюдается потемнение масла.

Известны системы разогрева рабочей жидкости за счет уменьшения вместимости гидробака и площади теплоотдачи [3], которые включают малый и большой баки, основной и дополнительный распределители, насос, термомодатчик, гидродвигатель.

Недостатком этих систем является то, что после достижения рациональной температуры в период работы на малом баке при подключении большого бака температура рабочей жидкости резко понижается и становится значительно ниже рациональной, так как температура масса холодного масла значительно больше массы горячего масла. Кроме того, это направление терморегулирования рабочей жидкости требует довольно существенных кон-

структивных изменений гидросистемы, что влечет усложнение технологии изготовления, увеличение габаритов, массы и стоимости машины.

Конструкция устройства для разогрева масла за счет тепла выделяемого ДВС [5] применена на тракторе «Беларусь» МТЗ-1221 и состоит из трубчатого теплообменника и крышки, крепящейся к блок-картеру двигателя при помощи болтов. Масло, подаваемое гидронасосом, нагревается в теплообменнике за счет тепла выделяемого ДВС.

К недостаткам данного способа следует отнести то, что в начальный момент прокачки масла через теплообменник температура корпусных деталей двигателя все еще остается достаточно низкой. Разогрев рабочей жидкости осуществляется лишь за счет ее перемешивания и барботирования шестеренным насосом, что ведет к его повышенному изнашиванию. В период же, когда температура двигателя возрастет до максимально установившейся в процессе теплообмена с окружающей средой, температура блока цилиндров будет намного превышать рациональную рабочую температуру гидрожидкости, соз-

давая тем самым условия для ухудшения физико-механических свойств рабочей жидкости.

Системы разогрева рабочей жидкости отработавшими газами ДВС [3] также не нашли широкого распространения из-за того, что масло гидросистемы претерпевает значительные локальные перегревы в режиме его разогрева, так как температура отработавших газов при выпуске их из двигателя в несколько раз превышает рациональную температуру рабочей жидкости. Под воздействием высокой температуры ускоряется интенсивность процесса окисления и окислительной полимеризации — это является основным фактором старения масла, при котором выделяются и выпадают в осадок органические кислоты и асфальтосмолистые вещества, которые засоряют маслопроводы и каналы.

Таким образом, из всех описанных способов подогрева рабочей жидкости гидросистемы транспортно-технологических машин, поиск наиболее полно удовлетворяющего всем предъявляемым требованиям является актуальной теоретической и практической задачей.

Литература:

1. Рылякин, Е. Г. Повышение работоспособности гидросистемы трактора терморегулированием рабочей жидкости: дис... канд. техн. наук: 05.20.03: защищена 21.09.2007: утв. 07.12.2007 / Рылякин Евгений Геннадьевич. — Пенза, 2007. — 150 с.
2. Захаров, Ю. А. Обеспечение работы мобильных машин в условиях отрицательных температур [Текст] / Ю. А. Захаров, Е. Г. Рылякин, И. Н. Семов, А. А. Орехов // Молодой ученый. — 2014. — № 17. — С. 56–58.
3. Каверзин, С. В. Обеспечение работоспособности гидравлического привода при низких температурах: моногр. [Текст] / С. В. Каверзин, В. П. Лебедев, Е. А. Сорокин. — Красноярск, 1997. — 240 с.
4. Рылякин, Е. Г. Подогрев масла в гидросистеме [Текст] / Е. Г. Рылякин // Сельский механизатор. — 2014. — № 8. — С. 38–40.
5. Курылев, А. В. Система регулирования температуры рабочей жидкости в гидроприводе транспортно-технологических машин [Текст] / А. В. Курылев, Е. Г. Рылякин // Мир транспорта и технологических машин. — № 3 (46). — Июль-Сентябрь 2014. — с. 89–96.

Влияние воды на изнашивание топливной аппаратуры

Рылякин Евгений Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент;

Кузнецов Александр Юрьевич, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

В статье приводится информация об особенностях загрязнений системы питания дизельных двигателей, а также о количестве накоплений этих загрязнений в полостях и баках топливной аппаратуры в условиях эксплуатации.

Ключевые слова: водные примеси, обезвоживание, дизельное топливо, гигроскопичность, топливная аппаратура, плунжерные пары.

Наличие в дизельном топливе механических примесей и воды оказывает пагубное влияние на работу системы питания и особенно узлов, имеющих прецизионные детали.

В обычных, стабильных условиях эксплуатации загрязнённость топлива в системе питания автомобилей

достигает своего предельного значения через 2...3 заправки после промывки бака. В результате этого промывка топливных баков в нормальных условиях эксплуатации практически не влияет на загрязнённость топлива в них.

Количество загрязняющих примесей в баках автомобилей находится в прямой зависимости от запыленности района и сезона эксплуатации и составляет от 2...9 г до 200...400 г на 1 т топлива. Для автомобилей самосвалов, работающих в особо пыльных условиях, содержание загрязняющих примесей в топливе примерно в 1,5 раза больше, чем для бортовых автомобилей. Уровень загрязнённости топлива тракторов примерно в 2 раза выше, чем в баках автомобилей [1,2].

Дисперсный состав загрязняющих примесей примерно такой же, как и дорожной пыли. Размеры частиц в дизельном топливе и бензине обычно не превышают 50 мкм, а основное количество частиц имеет размеры около 5 мкм.

Дисперсный состав пылей характеризуется также удельной поверхностью S , которая изменяется в широких пределах (90...700 м²/кг). Наиболее распространен в пыли кварц, содержание которого составляет от 50 до 90%. Твёрдость кварца, как правило, больше твёрдости конструкционных материалов, и поэтому он вызывает их абразивное изнашивание [2,3].

С целью оценки влияния воды и механических примесей, находящихся в топливе на техническое состояние плунжерных пар ТНВД были проведены экспериментальные исследования.

В исследовании были использованы 48 новых плунжерных пар УТН-5–1111410-А5.

Техническое состояние плунжерных пар оценивали по их гидравлической плотности, которую определяли на приборе КП-1640А (КИ-759).

При испытаниях в четыре насосные секции насоса устанавливались плунжерные пары, с условием, чтобы между ними была разница не более ± 5 секунд.

При нормальной работе системы фильтрации и содержании механических примесей в топливе до 200 г/т, в насос проходит механических примесей до 32 г/т, что составляет около 0,003% по массе. Эту концентрацию механических примесей в топливе приняли за верхний уровень соответствующего фактора, а за нижний — приняли их отсутствие.

Для появления заметного изнашивания, связанного с наличием воды в топливе, за верхний уровень этого фактора мы приняли содержание эмульсионной воды в топливе 5%, а за нижний — её отсутствие [2,4,5].

При непрерывной работе ТНВД дизеля, как уже говорилось, увеличение содержания эмульсионной воды в топливе свыше 3% приводит к заметному ухудшению работоспособности плунжерных пар. В процессе же циклической работы — увеличение воды свыше 0,5% уже приводит к заметному ухудшению. Это связано с появлением коррозионного изнашивания во время остановок, наряду со снижением смазывающих свойств топлива.

Замеры изменения гидравлических плотностей пар в 1-м и 2-м опытах (при их работе на чистом и обводнённом топливе) производились через 120 часов наработки, а в 3-м и 4-м опытах (при их работе на загрязнённом абразивом и абразивом и водой топливе) — через 40 часов. Такая разница в интервалах продиктована большой разницей в интенсивности изменения их плотностей.

При обработке эксперимента количество опытов $N = 4$ (работа пар на чистом, обводнённом, загрязнённом абразивом и загрязнённом абразивом и обводнённом одновременно топливе). Количество дублирований опыта $n = 12$ (количество плунжерных пар, принимавших участие в одном опыте).

Предварительная обработка результатов показала, что интенсивность изменения гидравлической плотности пар, $\Delta P / \Delta t$, (где ΔP — изменение гидравлической плотности плунжерных пар за период наработки Δt) не подчиняется нормальному закону распределения. Поэтому её заменили относительной интенсивностью изменения гидравлической плотности [6]:

$$W = \frac{\Delta P}{P_H \Delta t}$$

где W — относительная интенсивность изменения гидравлической плотности пары, с⁻¹;

P_H — начальное значение гидравлической плотности пары, с.

Так как величина W выражает относительную интенсивность изменения гидравлической плотности пар в безразмерных долях, то она будет характеризовать относительную интенсивность изменения её технического состояния или относительную величину её износа за данный период

Таблица 1. Результаты исследования влияния воды в топливе на техническое состояние плунжерных пар

Номер опыта	1	2	3	4
Содержание воды в топливе,% по массе (X1)	0	5	0	5
Содержание абразива в топливе,% по массе (X2)	0	0	0,003	0,003
Среднее арифметическое значение относительной интенсивности износа, с ⁻¹ (W)	0,0001	0,0007	0,0166	0,0236

Из таблицы видно, что при отсутствии свободной воды и абразива в топливе ($X_1 = 0$ и $X_2 = 0$), всё-таки наблюдается незначительное изнашивание плунжерных пар даже при наработке за столь малое время. Это можно объяснить тем, что в первые часы работы плунжерных пар в сопряжении «плунжер-втулка» наблюдается перераспределение микродеформаций вследствие их затяжки и возникает так называемый ускоренный приработочный износ.

По результатам исследований можно сказать, что в указанных выше интервалах варьирования влияние абразива в топливе на износ плунжерных пар в 5,2 раза значительнее, нежели влияние воды. Но присутствие такого количества абразива в топливе (от 0 до 0,003%) на-

блюдается практически всегда в пыльных условиях работы, несмотря даже на систему его фильтрации.

Присутствующая в топливе вода, учитывая эффект её взаимодействия, значительно усиливает износные свойства этого количества абразива: при её содержании в топливе около 2,5...3% на 30...40%. Полученные нами результаты подтверждают количественно, что содержание воды в топливе свыше 3% приводит к значительному ухудшению смазывающих свойств топлива.

Таким образом, наличие 1% воды в топливе усиливает изнашивание плунжерных пар примерно в 2,2 раза, что эквивалентно наличию абразива в топливе в количестве около 0,00002%. При их совместном наличии — изнашивание усиливается примерно в 4,6 раза.

Литература:

1. Рылякин, Е. Г. Повышение работоспособности тракторных гидросистем терморегулированием рабочей жидкости: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Е. Г. Рылякин. — Пенза, 2007. — 18 с.
2. Новичков, А. В. Улучшение очистки топлива в топливной системе сельскохозяйственных тракторов использованием фильтра-влагоотделителя Автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. В. Новичков. — Пенза, 2008. — 18 с.
3. Власов, П. А. Загрязненное топливо — причина износа / П. А. Власов, А. В. Новичков // Сельский механизатор. — № 5, 2007. — с. 40.
4. Новичков, А. В. Обезвоживаем топливо — повышаем ресурс / А. В. Новичков // Сельский механизатор. — № 11, 2007. — с. 46.
5. Рылякин, Е. Г. Влияние воды на свойства гидравлических рабочих жидкостей [Текст] / Е. Г. Рылякин // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. — 2014. — № 2 (10). — С. 195–198.
6. Исследование изнашивания прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры [Текст] / А. В. Новичков, Е. В. Новиков, Е. Г. Рылякин, А. В. Лахно, П. И. Аношкин // Международный научный журнал. — 2014. — № 3. — с. 108–111.

Физиологические эффекты и роль функциональных продуктов питания

Рябова Вера Федоровна, старший преподаватель;

Малова Евгения Николаевна, студент;

Курочкина Татьяна Ивановна, студент;

Ходакова Екатерина Евгеньевна, студент;

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

В последнее время большое внимание уделяется организации правильного питания россиян. Согласно статистическим данным за последнее десятилетие в России отмечен рост заболеваний, связанных с избыточной массой тела и ожирением, что увеличивает риск развития сахарного диабета, заболеваний сердечно-сосудистой системы и других заболеваний. В ежедневном рационе российских потребителей преобладают продукты, содержащие большое количество жира животного происхождения и простых углеводов. Рыбы и морепродуктов, а также овощей и фруктов в рационе питания недостаточно.

Установлено, что здоровье нации зависит от социально-экономических условий, включая рационы питания.

Решить проблемы организации правильного питания за счет увеличения плотности рациона не удастся, так как это приводит к увеличению количества потребляемых калорий, что при недостаточной физической нагрузке и гиподинамии недопустимо. Поэтому все больше внимания уделяется разработке продуктов функционального назначения [1].

Функциональные пищевые продукты приобрели большую популярность в Японии в начале 80-х годов прошлого столетия, где впервые и была сформулирована концепция функционального питания. Под термином «функциональное питание» японские ученые подразумевали использование таких продуктов естественного происхождения, которые при систематическом употреблении

оказывали позитивное регулирующее действие на определенные системы и органы организма или их функции, улучшая физическое и психическое здоровье человека.

Для продуктов питания функционального назначения характерно применение таких функциональных ингредиентов, как:

- пищевые волокна (растворимые и нерастворимые);
- витамины (А, группа В, D и т.д.);
- минеральные вещества (такие, как кальций, железо);
- полиненасыщенные жиры (растительные масла, рыбий жир, омега-3-жирные кислоты);
- антиоксиданты: бета-каротин и витамины (аскорбиновая кислота — витамин С и альфа-токоферол — витамин Е);
- олигосахариды (как субстрат для полезных бактерий);
- группа, включающая микроорганизмы: лактобактерии, бифидобактерии и другие [4].

Исследования в данном направлении продолжаются, поэтому список ингредиентов функционального назначения постоянно расширяется. На европейской конференции по технологии нутрицевтиков только в качестве ингредиентов для производства продуктов функционального питания выделено уже 54 позиции, в том числе молочнокислые бактерии и различные закваски, а собственно категорий функционального питания — 20, в т.ч. молочные продукты.

В отличие от других стран мира российские ученые не использовали термин «функциональное питание» длительное время, но при этом изучали отдельные аспекты этого научного направления, такие как микроэкологические. Термин «функциональное питание» в России стали применять в 1993 году.

Итак, функциональное питание — это продукты специального назначения естественного или искусственного происхождения, которые предназначены для систематического ежедневного употребления и направлены на восполнение недостатка в организме энергетических, пластических или регуляторных пищевых субстанций. Оказывая регулирующее действие на физиологические функции, биохимические реакции и психосоциальное поведение человека, подобные продукты поддерживают физическое и духовное здоровье и снижают риск возникновения заболеваний.

В отношении функциональных пищевых продуктов в Российской Федерации действуют ГОСТ Р 54059–2010 «Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования» и ГОСТ Р 54060–2010 «Продукты пищевые функциональные. Идентификация. Общие положения», вступившие в действие с начала 2012 года.

Продукты питания являются функциональными, если они могут оказывать позитивный эффект на ключевые функции организма (помимо традиционного питательного значения), причем это должно быть научно доказано.

Таким образом, производство продуктов функционального назначения является актуальной задачей для современной пищевой промышленности, в частности молочной. Оздоровление организма человека и обеспечение его активной жизнедеятельности на основе массового использования кисломолочных продуктов является новым перспективным направлением [3,5,6].

Кисломолочные продукты играют большую роль в питании человека. Их пищевая ценность обусловлена составом и свойствами исходных компонентов молока. Диетическое значение их в том, что они улучшают обмен веществ, возбуждают аппетит, стимулируя выработку пищеварительных соков.

По данным Института питания РАН, 30–40% общей калорийности, потребляемой человеком, должно приходиться на молоко и молочные продукты, и они являются одним из источников поступления в организм людей белка животного происхождения. Питательная ценность молока и молочных продуктов в значительной мере зависит также от содержания в нем жира. В его состав входят от 150 различных кислот, в других жирах их только 5–7. Количество ненасыщенных жирных кислот, характеризующихся высокой биологической ценностью в молочном жире составляет 7–8%, а в других жирах обнаружены следы этих кислот [9].

Российскими учеными (экономистами, медиками, демографами, педагогами) разработаны различные комплексные индикаторы качества жизни, включающие различные блоки параметров, такие как состояние здоровья населения, удовлетворенность населения индивидуальными условиями жизни и духовно-нравственное состояние общества. Из указанных факторов определяющая роль принадлежит обеспечению населения страны высококачественными и разнообразными продуктами питания. И это очень важно, так как от степени удовлетворения потребностей человека в пищевых продуктах зависят укрепление его здоровья, работоспособности, продолжительности жизни, эмоциональный настрой. На здоровье нации непосредственное влияние оказывает рацион питания современного человека, который включает избыток рафинированных продуктов, с большим содержанием насыщенных жиров.

Среди продуктов питания молоко и молочные продукты представляют собой особую питательную ценность. Кисломолочные продукты относятся к наиболее ценным в пищевом и биологическом отношении. Кисломолочные продукты легко усваиваются организмом, стимулируют секреторную деятельность, улучшают процесс пищеварения, благоприятно сказываются на усвоении пищевых веществ, повышают тонус и сопротивляемость организма.

На современном этапе наиболее актуальным является производство молочных продуктов с выраженными лечебно-профилактическими свойствами [5].

Современные тенденции развития молочной промышленности предусматривают рациональное использование всех видов сырья для получения качественных молочных

продуктов высокой пищевой и биологической ценности. Актуальной проблемой является выпуск продуктов, которые положительно влияют на здоровье человека. Для решения данной проблемы молочную основу объединяют с натуральными пищевыми компонентами. Наиболее богаты пищевыми волокнами растительные компоненты. Пищевые волокна адсорбируют и выводят токсические вещества из организма, способны связывать желчные кислоты, снижают уровень холестерина, нормализуют полезную микрофлору кишечника. Они не перевариваются в желудочно-кишечном тракте человека, однако обладают целым комплексом полезных свойств. Данный комплекс свойств регулирует обмен веществ организма [2,5].

На современном этапе разработка новых видов функциональных молочных продуктов проводится в нескольких направлениях. Учеными разрабатываются пробиотические, пребиотические и симбиотические молочные продукты; продукты, обогащенные биологически активными веществами, растительными белками, минеральными веществами, витаминами, пищевыми волокнами, полифенолами, растительными маслами.

От обычного продукта функциональный молочный пищевой продукт отличается тем, что он обогащен дефицитными для данного региона нутриентами, либо из него удалены неполезные составляющие. Именно этот комплекс действий превращает его в продукт, способный компенсировать недостаточное поступление с рационом тех или иных необходимых веществ и поддерживать или даже регулировать определенные физиологические функции и биохимические реакции в организме.

Для жителей Уральского федерального округа характерен йододефицит; у лиц пожилого возраста дефицит витамина D [8], неудовлетворительная обеспеченность детей и женщин репродуктивного возраста витаминами и микроэлементами. Научные исследования доказывают влияние на здоровье дефицитов отдельных витаминов и минералов. Так, учеными с точностью показана приоритетная роль дефицита йода, железа и цинка в развитии поражений нервной системы, формировании интеллектуальной недостаточности и хронических заболеваний у детей. При разработке новых обогащенных продуктов питания учеными даются рекомендации по коррекции пищевых дефицитов, которые носят фрагментарный характер, направленный на профилактику и лечение отдельных состояний — железо- и йододефицитных, цинкдефицитных, селендефицитных и др.

Таким образом, функциональные пищевые продукты в современных условиях необходимы. Общая проблема цивилизованных стран — недостаточное поступление с пищей микронутриентов — веществ, входящих в со-

став кофакторов ферментов, гормонов, клеточных мембран и т.д., регулирующих защитные метаболические процессы. Это витамины, микро- и макроэлементы (железо, селен, медь, цинк, кобальт, йод и др.) и полиненасыщенные жирные кислоты. В условиях нервно-эмоционального напряжения, воздействия неблагоприятных факторов производства и ухудшающихся условий внешней среды особенно важным становится вопрос предупреждения микроэлементной недостаточности, опасной тем, что длительное время не проявляется клинически. Это так называемый «скрытый голод». Длительный и глубокий дефицит микронутриентов ведет к тяжелым заболеваниям и может даже стать причиной смерти. Функциональные продукты могут оказывать свое действие только на фоне разнообразного здорового питания [7].

Потребительские свойства функциональных продуктов включают три составляющие: пищевую ценность, вкусовые качества, физиологическое воздействие. Традиционные продукты в отличие от функциональных характеризуются только первыми двумя составляющими.

Согласно установленным нормам, в обогащенных продуктах количество функционального ингредиента должно быть не более 20–30% (в отдельных случаях — до 50%) от суточной физиологической потребности человека. Рынок продуктов функционального питания стремительно формируется и в России.

К числу функциональных молочных продуктов на российском рынке можно отнести кисломолочные продукты с бифидобактериями, лактулозой, с пробиотиками, пищевыми волокнами, полиненасыщенными жирными кислотами, а также обогащенные молочные продукты — витаминизированные, йодированные, фторированные и другие.

Интерес к продуктам, направленным на нормализацию состава или повышение биологической активности нормальной микрофлоры кишечника, увеличивается с каждым годом. Специалисты Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) называют их «продуктами здоровья» и считают, что в XXI веке эти продукты будут занимать наибольший объем в производстве молочных продуктов.

Вопросы производства продуктов функционального назначения находятся в центре внимания специалистов, занимающихся разработкой современных технологий и критериев качества пищевых продуктов. Продукты, обладающие новыми качественными характеристиками и отличающиеся между собой составом, биологической и энергетической ценностью, интересны и как объекты стандартизации. Всесторонний анализ данных объектов и использование полученных результатов позволит сформировать нормативную базу для стандартизации изучаемых объектов.

Литература:

1. Долматова, И. А., Зайцева Т. Н., Малова Е. Н., Курочкина И. И. Применение статистических методов контроля качества при производстве творога [Текст]: научный журнал «Молодой ученый», № 20 (79), декабрь-1 2014 г. — С.177–179.

2. Зяблицева, М. А., Долматова И. А. Научные аспекты рациональной переработки местного растительного сырья с целью получения нового ингредиента для йогурта [Текст]: материалы Международной науч. — техн. конф. «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение»: В 2 ч. Ч.1. — Воронеж: ВГУИТ, 2014. — с. 162–165. ISBN 978–5–00032–076–1.
3. Зяблицева, М. А., Долматова И. А. Современные подходы к технологии производства йогуртов с цукатами из овощей [Текст]: материалы Международной науч. — практ. конф. «Инновационные технологии в сельскохозяйственном производстве, пищевой и перерабатывающей промышленности». — Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. — С.6–8. ISBN 978–5–00032–010–5
4. Кочеткова, А. А. Функциональное питание [Текст]: ежемесячный научно-практический журнал / учредитель «ГЭОТАР-Медиа». — М.: Вопросы питания, 2000, № 4. — с.12–14. — ISSN 0042–8833.
5. Малова, Е. Н., Долматова И. А., Зайцева Т. Н. Использование санберри в технологии производства творожных изделий [Текст]: материалы Международной науч. — практ. конф. «Актуальные проблемы развития общественного питания и пищевой промышленности». — Белгород: Изд-во БУКЭП, 2014. С.306–310. ISBN 978–5–8231–0321–3.
6. Малова, Е. Н., Зайцева Т. Н., Курочкина Т. И. Использование творожных продуктов в лечебно-профилактическом питании [Текст]: материалы III Международной науч. — практ. конф. «Современные технологии и управление»: — Светлый Яр, филиал ФГБОУ ВО МГУТУ имени К. Г. Разумовского (ПКУ) в р.п. Светлый Яр Волгоградской области, 2014. — с. 289–292. ISBN 978–5–9905529–6–8.
7. Рожина, Н. В. Развитие производства функциональных пищевых продуктов [Текст]: ежеквартальный журнал-каталог/ учредитель ООО «Журнал «Мясной ряд». — М.: Молочная река, 2007, № 4. — с.23–26.
8. Скрипникова, И. А. Диагностика, лечение и профилактика витамина D [Текст] / И. А. Скрипникова //Остеопороз и остеопатии. — 1. — 2012. — с. 34–37.
9. Украинец, А. И. Технология пищевых продуктов [Текст]: учебник / А. И. Украинец. — Издательский дом «Аскания», 2008–736с.

Organization of distance learning in Moodle

Салыхова Диана Рахметуллина, магистрант

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир Хана (г. Уральск)

Salykhova D. R.

West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhangir Khan (Uralsk)

Relevance of distance learning. Distance Learning System Moodle. The structure of educational and methodical complex discipline. Providing educational dialogue.

Keywords: distance learning, Moodle, CASE.

One of the priorities of higher education in modern conditions is the preparation of the new formation with broad fundamental knowledge, initiative, ability to adapt to changing labor market demands and technologies. The introduction of distance learning necessitates a change of attitude in their activities the main subjects of the educational system — students and teachers. The process of transferring the sum of ready knowledge is transformed into a process of active, mainly independent search and knowledge acquisition. Distance learning focuses on independent work on the development and implementation of capacity for self-education and self-development. The student is the most active participant in the educational process, and the teacher acts as an organizer, consultant, head [2].

In order to ensure access to quality education for all segments of the population, integration with the global educa-

tional environment, the formation of a unified educational information environment, improvement of educational and methodical and scientific support of the educational process in West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhangir Khan in the 2009–2010 academic year basis of the order of MES RK dated April 7, 2010 № 157 «On holding in higher education experiment on introduction of pilot programs» began teaching students using distance learning technologies (DLT).

As a distance learning system (LMS) with open source has been selected among the distance learning «Moodle», allowing you to create high-quality distance learning courses. In terms of features Moodle bears comparison with known commercial learning management system, at the same time favorably differs from them in that is distributed in open source. The organization of educational material — the most

important component of distance learning. The main features of Moodle are as follows [1]:

- has a simple and efficient web-based interface;
- design is modular and can be easily modified;
- students can edit their accounts, add photos and edit multiple personal data and details;
- supports various structures courses: «calendar», «forum», «theme»;
- each course can be further protected by a code word;
- a rich set of modules — components for courses — Chat, Poll, Forum, Glossary, Workbook, lessons, test, profile, Scorm, Survey, Wiki, seminar, resources (as a text or web page or as a catalog);
- changes in the course since the last time the user logs into the system, can be displayed on the first page of the course;
- almost all type texts (resources, forum messages, write in your notebook) can be edited by a built-in WYSIWYG RichText — editor;
- all estimates (from the forum, workbooks, tests and assignments) can be collected on the same page (or in a file);
- access to the full report on the occurrence of a user in the system and work with charts and details of the work on the various modules (the last entry, the number of readings, messages, notes in a notebook);
- possible to configure E-mail — newsletters, forums, ratings and comments of teachers.

Through distance learning portal Moodle students have access to educational and methodical complex discipline (EMCD), which allows to ensure the successful development and implementation of educational programs. Students who do not have access to the global Internet network, EMCD provided in the form of the case (a set of training materials in electronic form, issued by the trainee for independent work). EMCD developed responsible department and includes the following kits:

- a) Compulsory set consists of:
 - working curriculum, including the content of the discipline, calendar-thematic plan, a list of recommended literature (basic and supplementary), modular partition discipline schedule for remote consultation;
 - lecture complex;
 - materials and practical seminars;
 - tasks for independent work of students;
 - materials on the organization boundary control;
 - materials on the organization of the final control;
- b) An additional set includes:
 - methodical instructions for the implementation of coursework;
 - list of literature et al., helping to learning discipline.

Student working on a self-study material and must be skilled in self-mastery of new knowledge, using modern educational technology. Therefore, distance learning makes high demands on personality traits such as responsibility, commitment, ability to plan their work, the ability to track your progress, fixing their successes and setbacks in the educa-

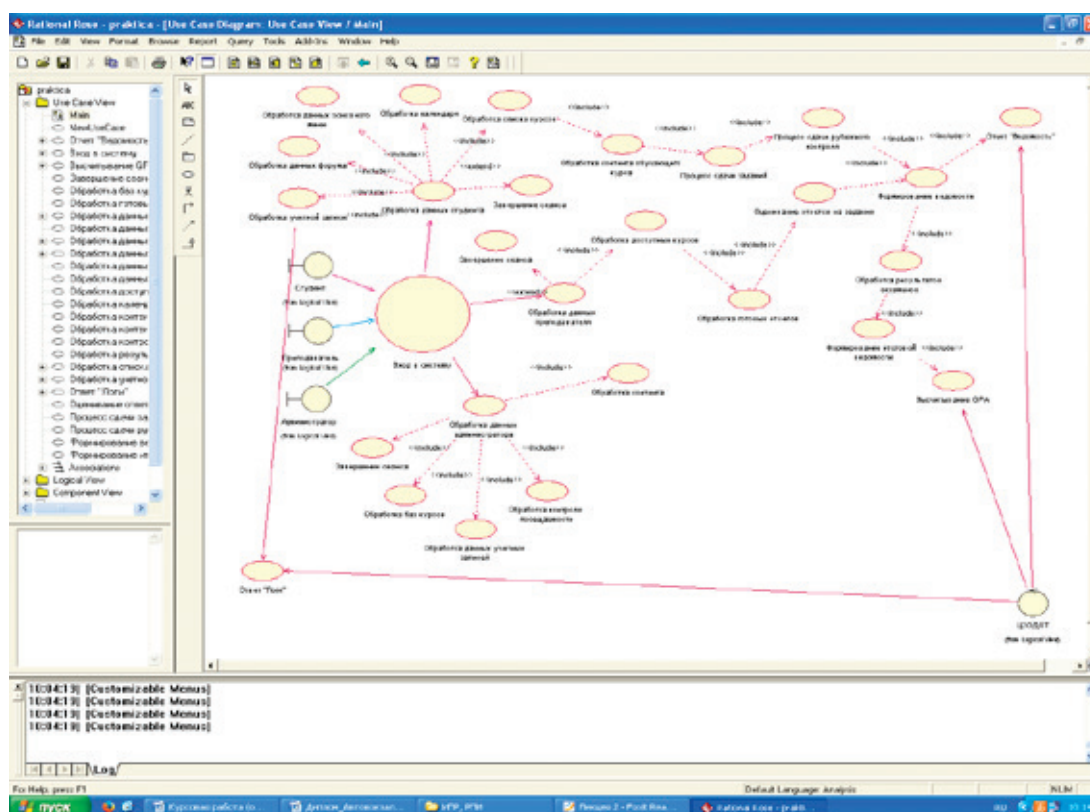
tional activity. It should be noted that distance learning not only requires but also trains mental functions such as attention, memory, thinking.

After studying the lecture materials and perform practical tasks in a group, students pass the control of knowledge in the form of testing. And during the semester the student performs coursework (projects). Organization of data protection and types of work going on in the final examination of the contact phase of the learning process, ie, during the tests and examinations. Also plays an important role — providing educational dialogue. Teacher and student interaction through chat (on-line) and email (off-line). From an economic and technological point of view, e-mail is the most effective technology that can be used not only in the consultation process, but also to deliver a meaningful part of the training courses, sending students examinations, etc.

Design life cycle software shell CASE (Computer-Aided Software / System Engineering) technology with the help of a software tool Rational Rose (picture 1).

Description for use cases:

- a) Identification of the main performers
 - student — a subject that is remotely studying at university. They can view their courses to respond to the task and watch your results;
 - teacher — a subject that conducts correspondence courses. They can view the answers, evaluate them;
 - administrator — the entity which organizes distance learning courses. It can create courses, delete, create users.
- b) The objectives of each artist:
 - student — should be trained;
 - teacher — should be taught;
 - administrator — service systems and databases (backup, restore, adding new users).
- c) Primary and alternate streams:
 - The main flow of 1:
 - The student enters the system for training;
 - Process account information, forum, main menu, calendar, courses;
 - Processing of the content of the training course;
 - The process of putting tasks;
 - The process of putting boundary control;
 - Formation of the statement;
 - Processing of exam results;
 - Formation of the final statement;
 - Calculating GPA.
 - The main flow of 2:
 - Lecturers included in the system;
 - Process data teacher;
 - Processes courses available;
 - Handles the response;
 - Evaluation of the responses to the task.
 - The main flow of 3:
 - The administrator enters the system;
 - Process data administrator;
 - Processing base courses, credentials, processing control attendance system;



Picture 1. Use Case Diagram

- Processing of the content of the report logs, reports statements.
- Alternative flow
- distance learning subjects correctly enter the data, and the system terminates the session;
- student is expelled from the university for poor academic performance.

Distance education technologies based on educational opportunities without having to attend an educational institution, by the regulation of the rate of students learning ma-

terial, freely distribute the time to make a choice and training center, regardless of its location.

To improve the quality of the educational process effectively use distance learning technologies. Distance education technologies are the mechanism that allows not only to intensive use of information technology in the educational process, but also to transform these technologies into a part of the educational process [3].

In conclusion, we note that the implementation of the principle of «education throughout life» is impossible without distance learning.

References:

1. Anisimov, A.M. Work in distance learning system Moodle. Study Guide / A.M. Anisimov. — Kharkiv: KNAME, 2008. — 275 page.
2. Bismukhanbeyov I. Kh. On the organization of independent work of students in distance learning system / I. Kh. Bismukhanbeyov // Proceedings of the XVIII International Conference «Application of new technologies in education». — 2007. — page. 274–276.
3. Zhuzbayev S.S. Problems of development of innovative distance learning / S.S. Zhuzbayev // Education and Modernity. — 2010. — № 1. — page. 21–24.
4. Quatrani T. Visual Modeling with Rational Rose 2000 and UML. / T. Quatrani — Moscow: DMK Press, 2001–176 page.

Подходы к определению показателей конкурентоспособности грузового автотранспортного предприятия

Саяпин Василий Владимирович, магистрант;
Ляпин Николай Алексеевич, кандидат технических наук, доцент;
Ширяев Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный технический университет

Сегодня перевозочная деятельность грузовых автотранспортных предприятий (АТП) как производителя «транспортной услуги» происходит в условиях жёсткой конкуренции в своих сегментах рынка.

Конкуренцию применительно к рынку автотранспортных услуг по перевозке грузов, в соответствии с законом Российской Федерации от 22.03.91 № 948-1 «О конкуренции и ограничении монополистической деятельности на товарных рынках», можно определить как состязательность автотранспортных, транспортно-экспедиционных и других организаций при осуществлении перевозок. При этом их функционирование эффективно ограничивает возможности каждого из них воздействовать на общие условия предоставления услуг на данном рынке, стимулируя предложение тех услуг, которые требуются заказчику.

Обеспечение устойчивого и эффективного бизнеса на рынке грузовых автомобильных перевозок ставит перед каждым АТП задачу оценки своей конкурентоспособности. Под конкурентоспособностью АТП следует понимать его способность оказывать транспортные услуги по перевозке грузов в планируемых сегментах рынка в настоящем и будущем периодах времени с превосходством по своему качеству и тарифам (стоимости) над конкурентами.

К сожалению, приходится констатировать, что в настоящее время, несмотря на существующие различные подходы к определению конкурентоспособности транспортных предприятий [1, 2, 3, 4] общий инструментарий оценки конкурентоспособности грузовых АТП отсутствует. Одна из причин этого — недостаточная проработка конкурентоспособности АТП как экономической категории, что ведет к коннотационной запутанности и неопределённости понятий и терминов. Зачастую определение конкурентоспособности транспортного предприятия определяют только в рамках выполняемой им транспортной услуги без учёта функциональных аспектов производственно-хозяйственной деятельности: персонал, маркетинг, финансовая политика, инвестиционная политика, операционная деятельность и пр. Кроме того, существующие оценки конкурентоспособности предприятия основываются на маркетинговых исследованиях рынка грузовых автоперевозок, сборе данных о действующих транспортных компаниях, выявлении их слабых и сильных сторон, местоположении, доли в общем объёме перевозок, ценовой политике и т.д., что является довольно сложной, недостаточно точной и длительной по времени реализацией задач.

Также необходимо обратить внимание на то обстоятельство, что в методиках определения конкурентоспособности не учитываются требования и особенности, предъявляемые крупными заказчиками автотранспортных услуг при реализации тендерных политик, получивших широкое распространение в настоящее время.

В большинстве выполненных исследований [1, 2] анализ конкурентоспособности АТП производится двумя способами.

Первый способ предполагает оценивать АТП по ее тарифной политике. Другими словами по цене на транспортные услуги. Изменение тарифов в сторону их снижения позволяет АТП привлечь дополнительных клиентов и охватить большую долю транспортного рынка региона.

Второй способ предполагает оценивать деятельность АТП, направленную на повышение качества перевозок и услуг, развитие рекламной деятельности, развитие собственной производственно-технической базы, повышение квалификации водителей, ремонтных рабочих, специалистов по управлению.

Выбор способов конкуренции во многом зависит от условий конкурентной среды, в которой работает транспортное предприятие. При этом возможны следующие варианты:

— наличие большого количества АТП разной специализации и большого количества клиентов, разнообразных и сравнительно больших объёмов перевозок грузов. Эти условия характерны для большинства крупных городов и регионов и определяют рынок «чистой» или «неограниченной» конкуренции;

— наличие небольшого количества АТП и ограниченного числа клиентов, средних объёмов перевозок грузов определённой номенклатуры. Эти условия характерны для средних и небольших городов и регионов и определяют «рынок ограниченной конкуренции»;

— большинство перевозок осуществляется, как правило, одним АТП и все клиенты зависят от количества и качества услуг, предлагаемых этим АТП. Эти условия характерны для сельских районов, районов Сибири и Севера и определяют «чистую монополию».

Формирование оценки конкурентоспособности грузового АТП нами представляется исходя из следующих положений:

— рыночная конкуренция есть борьба за получение максимальной прибыли путём максимально эффективного использования экономических ресурсов [3];

— конкурентоспособность предприятия определяется с учётом временных периодов производственно-хозяйственной деятельности: прошлое-настоящее-будущее;

— учёт совокупности факторов внешней среды (развитие региона, география бизнеса, цены на запасные части, материалы, топливо, потребительская корзина и др.) и внутренней среды (рыночная сбалансированность основных и оборотных активов, организационной структуры, производственной, маркетинговой, финансовой, инвестиционной политик, персонала).

С нашей точки зрения наиболее рациональным подходом к оценке конкурентоспособности предприятия является трёхуровневая модель, предусматривающая последовательную оценку конкурентоспособности АТП [4]: конкурентный потенциал АТП — конкурентоспособность услуг, выполняемых предприятием по основным сегментам рынка грузоперевозок — конкурентоспособность грузового АТП в целом (рис. 1).

Фундаментом конкурентоспособности предприятия является конкурентный потенциал или конкурентная позиция предприятия, которая складывается из достигнутых результатов производственно-хозяйственной деятельности прошлых, настоящих и будущих периодов времени. Определяющие показатели конкурентного потенциала АТП отражаются в стратегических планах, годовых и среднесрочных бизнес-планах, миссиях, стратегических целях транспортных предприятий (компаний). Данные показатели планируются исходя из следующего понятия конкурентоспособности предприятия: конкурентоспособность — способность приносить прибыль на вложенный капитал в краткосрочном периоде или повышении прибыльности по сравнению со среднестатистической прибыльностью в сфере бизнеса грузовых автоперевозок [5]. Или в общем виде конкурентоспособность — это эффективность предприятия в определённом временном периоде.

Конкурентный потенциал определяется совокупностью показателей, характеризующих уровень эффективности производственно-хозяйственной деятельности по

следующим направлениям: сохранение положительных результатов прошлого, их увеличение в настоящем и будущем с учётом постоянно изменяющихся факторов внешней среды (конкуренты, тарифы, заказчики транспортных услуг, политико-правовые факторы, макроэкономические показатели экономики).

Вторым элементом конкурентоспособности АТП является конкурентоспособность услуги, ассортимента перевозок по основным типам автотранспортных средств: автосамосвалами, автопоездами в составе автомобилей тягачей и прицепов (полуприцепов), контейнерные перевозки специализированным подвижным составом.

На сегодня, когда многие крупные промышленные компании и заводы в целях снижения издержек обслуживания бизнес-процессов, вывели автотранспортные функции на аутсорсинг, на рынке появился новый вид автоуслуг — комплексное транспортное обслуживание различными видами подвижного состава автотранспорта и спецтехники [6]. Этот вид услуги характеризуется длительными сроками заказа (2–3 года), потребностью широкого спектра автомобильной и специальной техники, большими объёмами заказов, широтой географии деятельности.

Для оценки уровня конкурентоспособности АТП в целом необходим алгоритм инструментария количественной оценки конкурентного потенциала предприятия и конкурентоспособности автоуслуги. Данные элементы конкурентоспособности не определяются каким-либо одним параметром, а представляют собой результат взаимодействия множества показателей. Решающую роль здесь играет выбор и оценка оценочных показателей. В каждом конкретном случае их выбор следует осуществлять с учётом особенностей производственно-хозяйственной и маркетинговой деятельности предприятия, доступности, простоты их получения, достоверности и анализа.

Под конкурентоспособностью автоуслуги понимается оценка потребителями её превосходства по качеству и стоимостным характеристикам (тарифам) в определённый период времени над предложениями автоуслуг конкурентов.

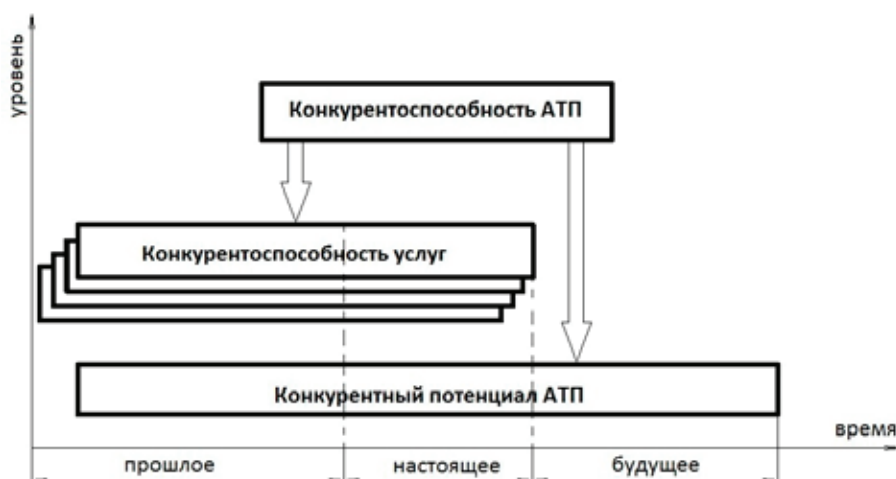


Рис. 1. Модель конкурентного анализа АТП

Для объективности оценки конкурентоспособности услуги, производитель автотранспортных услуг при анализе должен использовать те же параметры, показатели, которыми оперирует заказчик. Только в этом случае оценка данной своей автоуслуге совпадает с требованиями заказчика.

На сегодня в условиях рыночной экономики наиболее достоверным источником информации для формирования состава показателей конкурентоспособности автоуслуг

являются тендерные предложения (заявки) на торги, конкурсы, аукционы.

Проведённый анализ тендерных предложений и заявок на торги ряда крупных заказчиков на перевозки грузов автомобильным транспортом и экспертных оценок участников тендеров — автоперевозчиков, позволяет установить состав наиболее повторяющихся, значимых показателей с ранжированием их по степени важности, весомости (табл. 1).

Таблица 1. Состав показателей конкурентоспособности автоуслуги

Ранг	Показатель
1	Стоимость (тариф)
1.1	Уровень стоимости (тарифа), определяемый отношением среднего тарифа на рынке, к тарифу, анализируемого предприятия.
1.2	Уровень гибкости тарифа — экономические возможности АТП к снижению тарифа, вплоть до работы с маржинальной прибылью
2	Качество автоуслуги
2.1	Опыт работы в аналогичной перевозке для крупных международных и Российских компаний (заказчиков)
3	Имидж АТП
3.1	Отзывы компаний заказчиков, где ранее работало АТП по грузоперевозкам, аналогичным предмету тендера.
3.2	Подтверждение отсутствия АТП в Реестре недобросовестных поставщиков Федеральной антимонопольной службы (ФАС) России
4	Технический показатель
4.1	Наличие техники (АТС) с учётом технической готовности под предлагаемые объёмы перевозки грузов
4.2	Средний возраст АТС
4.3	Оборудование системой мониторинга автотранспорта (GPS, ГЛОНАСС)
5	Персонал
5.1	Стаж работы водителей, привлекаемых к выполнению работы по предмету тендера
5.2	Система обучения и аттестации персонала по Безопасности дорожного движения, промышленной безопасности, охране труда и пожарной безопасности
5.3	Фирменная спецодежда персонала
5.4	Организация предрейсовых медицинских осмотров водителей
6	Дополнительные услуги
6.1	Выполнение обязанностей экспедиторских функций

Как видно из таблицы 1, показатели конкурентоспособности автоуслуги: качество автоуслуги, имидж АТП, технический показатель, персонал, дополнительные услуги, — формируются внутренней средой на основе результатов производственно-хозяйственной деятельности

в прошлом и настоящем. Только стоимость (тариф) можно отнести к воздействию фактора — внешняя среда.

Учитывая аспект сложности сбора информации по предприятиям-конкурентам и задачу обеспечения эффек-

Таблица 2. Состав показателей конкурентного потенциала АТП

№ п/п	Показатель
1	Основное производство (служба эксплуатации)
1.1	Выпуск автомобилей на линию в рабочие дни, ед.
1.2	Коэффициент выпуска автомобилей на линию на рабочий день
1.3	Объём перевозок, т
1.4	Грузооборот, т-км
1.5	Время в наряде, маш. — час

1.6	Доход по услугам транспорта, руб.
1.7	Доходная ставка на единицу объёма, руб./ маш.— час
2	Финансово-экономические показатели
2.1	Прибыль до налогообложения, руб.
2.2	Рентабельность производства,%
2.3	Расходы на рубль доходов,%
3	Использование основных производственных фондов
3.1	Фондоотдача
3.2	Коэффициент годности основных производственных фондов (ОПФ)
3.3	Коэффициент обновления ОПФ
3.4	Средний возраст парка АТС, лет
4	Эффективность использования оборотных средств
4.1	Прибыль на рубль материальных затрат,%
4.2	Оборачиваемость запасов, дни
4.3	Затраты на горюче-смазочные материалы на рубль доходов,%
5	Обеспечивающее производство (техническая служба)
5.1	Коэффициент технической готовности подвижного состава
5.2	Затраты на ТО и ремонт на рубль доходов,%
6	Финансово-экономические показатели
6.1	Коэффициент штатности
6.2	Текучесть кадров
6.3	Уровень заработной платы,%
6.4	Производительность труда, руб./чел.
6.5	Соотношение темпов роста средней заработной платы и производительности труда,%
7	Эффективность управления
7.1	Удельный вес руководителей, специалистов и служащих (РСИС)
7.2	Коэффициент неорганизованности производства
8	Инвестиционная политика
8.1	Инвестиции, млн. руб.
9	Качество
9.1	Нарушение договорных обязательств по автоперевозкам, руб.
9.2	Не обеспечение сохранности грузов при перевозке, руб.
9.3	Отказы основным заказчиком на выполнение дополнительных объёмов авто-услуг из-за необеспеченности подвижным составом,%

тивности функционирования АТП в прошлом, настоящем и будущем предлагается производить оценку конкурентоспособного потенциала путём анализа функций внутренней среды (табл. 2) [4].

Количественная оценка показателей, приведенная в табл. 1, 2 позволит определить интегральное значение конкурентоспособности услуг и конкурентного потенциала предприятия.

Литература:

- Багурин, А. А. Анализ производственно-хозяйственной деятельности автотранспортных организаций / А. А. Багурин: учебное пособие для студентов. — М.: Академия, 2004. — 320 с.
- Холявко, В. Г. Рынок транспортных услуг: методические указания к практическим и контрольным работам / В. Г. Холявко, А. Н. Битюкова. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2002. — 7 с.
- Конкурентоспособность предприятия (фирмы): учебное пособие / А. К. Александров [и др.] — Минск — М.: ИНФРА-М, 2013. — 284 с.
- Фасхиев, Х. А. Как управлять предприятиями / Х. А. Фасхиев, З. Ф. Шигапова // Автоперевозки: грузовые, пассажирские, международные. — 2008. — № 2.
- Конкурентный анализ [Электронный ресурс]: интернет-журнал «Блог Молодого аналитика». — Ростов-на-Дону: humeur.ru, 2012. — Режим доступа: <http://humeur.ru/page/konkurentnyj-analiz>.
- Ваганова, Т. В. Подходы к рациональному выбору транспортных средств различных форм собственности для обслуживания промышленного предприятия / Ваганова Т. В., С. А. Ширяев // Известия Волгоградского гос. техн. ун-та: межвуз. сб. на-уч. ст. — 2014. — Т. 8, № 3 (180). — с. 68–71.

Der Algorithmus der Suche und der Erkennung von Verkehrszeichen nach der Analyse der Videoreihenfolge

Семенов Евгений Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Куцова Эльвира Леонидовна, кандидат философских наук, доцент;

Фетисов Никита Геннадьевич, магистрант

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета (г. Шахты, Ростовская область)

Semenischtschew E. A., Kandidat der technischen Wissenschaften, Dozent;

Kutsowa E. L., Kandidat der philosophischen Wissenschaften, Dozent;

Fetisow N. G., Student im Aufbaustudium

Institut für Dienstleistungen und Unternehmertum (Zweigstelle) der Doner staatlichen technischen Universität (Schachty, Gebiet Rostow am Don)

Im gegebenen Artikel ist das Suche-und-Erkennungsalgorithmus der Verkehrszeichen nach der Analyse der Videoreihenfolge vorgeschlagen. Die Ausführung des Algorithmus geht in fünf Hauptetappen. Jeder von denen stellt zusätzlich Minialgorithmen dar. Ebenso sind die Ergebnisse im Verlauf der Ausführung auf jeder der Hauptetappen angeführt und ebenso ist die Genauigkeit der Ausführung des Algorithmus bestimmt.

Schlüsselwörter: *der Algorithmus, die Lokalisation, die Erkennung, die Videoreihenfolge, das Bild, die morphometrische Merkmale.*

In den modernen informationskommunikativen Systemen erwerben die visuellen Erkennungssysteme von Computern immer größere Popularität. Diese Systeme lassen verschiedene Arbeitsprozesse auf den verschiedensten Gebieten automatisieren. Die Autoproduzenten zeigten das besondere Interesse für die gegebenen Entwicklungen. Für die Realisierung der aktiven Sicherheitssysteme gewinnen die Suche und die Erkennung von den Wegmarkierungselementen sowie den Verkehrszeichen zunehmend an Bedeutung. Zur Zeit sind in den kommerziellen Betrieben die folgenden Systeme gestartet: die Gesellschaft General Motors verwendet in den Autos der Marke Opel die Systeme von Opel Eye; die Gesellschaft BMW AG verwendet das System BMW TSR; die Gesellschaft Daimler AG begann den Betrieb zweier Systeme Mercedes-Benz Speed Limit Assist und Crosswind Assist, die sich auf der Verkehrszeichenerkennung gründen. Hierbei gilt es zu berücksichtigen, dass die vorhandenen Systeme und die Algorithmen eine Reihe von wesentlichen Mängeln haben: eine qualitativ mangelhafte Arbeit bei schlechten Sichtverhältnissen; die Arbeitsmöglichkeit nur im aufgegebenen Geschwindigkeitsintervall der Autobewegung; das begrenzte Spektrum von Verkehrszeichen (vor allem die Beschränkung der Geschwindigkeit), und die Verwendungsmöglichkeit in der begrenzten Zahl von Ländern (was mit den Unterschieden in den Verkehrszeichenstandards verbunden ist). Das alles erlaubt nicht, solche Systeme und Algorithmen breit zu verwenden, infolgedessen ist die Ausarbeitung der Algorithmen sowie der Suche- und Erkennungssysteme von Verkehrszeichen eine aktuelle Aufgabe.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Ausarbeitung des Suche-und- Erkennungsalgorithmus von Verkehrszeichen nach der Analyse der Videoreihenfolge.

Als Videoreihenfolge treten die mit den ins Auto eingebauten Videokameras und Videoregistratoren bekommenen Daten auf. Die Daten haben Dimension $N \times M \times C \times F$, wo N

die Zahl der Pixels in der Bildausschnittzeile ist; M ist die Zahl der Pixels in der Bildausschnittkolonne; C ist die Bedeutung der Farbtiefe; F ist die Zahl der Einzelbilder in der Sekunde. Die Analyse der Daten wird nach der farbigen Videodarstellung gemacht, in der das Vorhandensein der Straßenverkehrszeichen festgestellt wird, und im Falle ihres Auffindens ihre Erkennung durchgeführt wird. Die Realisierung des solchen Algorithmus ist in Form der Blockschaltung auf der Zeichnung 1 dargestellt.

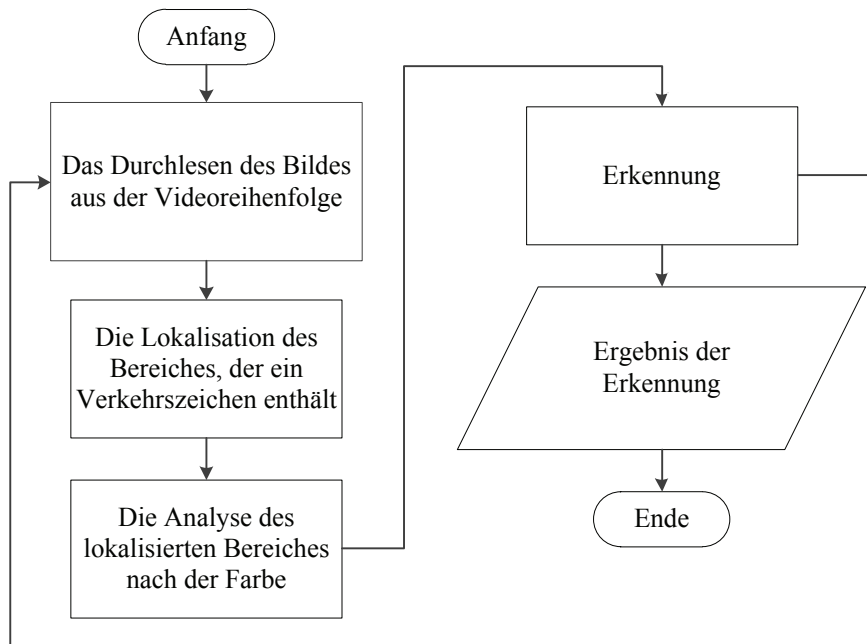
Der auf der Zeichnung 1 dargestellte Suche-und-Erkennungsalgorithmus von Verkehrszeichen wird in einigen Etappen realisiert.

In der ersten Etappe wird die Teilung der Videoreihenfolge in die Bilderfolgen ausgeführt, die ein Bild im Farbraum RGB darstellen.

Auf dem zweiten Teilschritt wird für die Qualitätsverbesserung der nachfolgenden Algorithmusarbeit die vorläufige Bildbearbeitung eingeführt. Dabei wird eine Versteilung der Gradation ausgeführt und für die Verminderung der mit Lärm verbundenen Funktionsstörungen eine Medianfilterung verwendet [1]. Das Beispiel der Ausführung dieser Arbeit ist auf der Zeichnung 2 für zwei verschiedene Testvideoreihenfolgen dargestellt.

In der dritten Etappe wird die Lokalisation der Objekte (der Verkehrszeichen) nach den geometrischen Merkmalen ausgeführt. Für die Ausführung dieser Aufgabe wird Binärisierung des bekommenen Bildes und die Bestimmung der Grenzen von Objekten durch Detektor Kanni durchgeführt. Danach werden diese aus dem Bild ausgeschnitten und weiterhin der Reihe nach bearbeitet.

Es sei bemerkt, dass bei der Lokalisation des das Objekt enthaltenden Bereiches werden die zusätzlichen Beschränkungen eingeführt. Diese können auf der Fläche des bekommenen Bereiches basieren. Das ermöglicht die Verringerung der Zahl der zu bearbeitenden Objekte, da die Erkennung der



Zeichnung 1. Die Blockschaltung des Suche-und-Erkennungsalgorithmus von Verkehrszeichen nach der Videoreihenfolge

äußerst kleinen Bereiche kompliziert und in einigen Fällen ein unlösbares Problem ist [2]. Die Bestimmung des rechteckigen das Objekt enthaltenden Bereiches basiert auf der Erkennung der morphometrischen Merkmale, die sich auf den Begriffen der Festkörpermechanik gründen, und zwar die Bestimmung des Massenmittelpunktes von Objekten und die Kreisdurchmesser, in die die Objekte eingeschrieben sein können. Auf der Zeichnung 3 ist das Ergebnis der Lokalisation des interessierenden Bereiches dargestellt. Bei der visuellen Einschätzung kann man bestätigen, dass diese Bereiche die Straßenverkehrszeichen enthalten.

Auf dem vierten Schritt führen wir die Bestimmung der Merkmale von den gewählten Objekten aus. Die enthalten: die Übereinstimmungen der Farben der bekommenen Objekte mit den Farben der Verkehrszeichen (die Verkehrszeichen haben die rote, blaue, weiße, gelbe, orange, grüne

Farbe); die Bestimmung der Objektform (die Verkehrszeichen haben runde, dreieckige, quadratische, rhombische und rechteckige Form). Die Bestimmung der dominierenden Farbe auf dem lokalisierten Bereich geschieht durch Vergleich jedes Farbenkanals RGB untereinander und der Übereinstimmung mit den Schwellenbedeutungen. Dabei entsteht Binarisierung des vorliegenden Bereiches, die das Vorhandensein einer bestimmten Zahl von Pixel der angegebenen Farbe auf dem Bild aufgrund der Prinzipien der Computerlogik zu erkennen lässt [3]. In diesem Fall ist das wesentliche Vorherrschen der Verkehrszeichenfarben von besonderem Interesse. Für eine qualitätsgerechte Behandlung ist es erforderlich, die zusätzlichen Arbeitsgänge durchzuführen; solche wie die Segmentation und die Bearbeitung der geschlossenen Strukturen, die Entfernung der kleinen Elemente. Die Ergebnisse der Ausführung aller notwendigen



a)

b)

Zeichnung 2. Das Ergebnis des Erhaltens von einem Video-Einzelbild aus der Videoreihenfolge mit der nachfolgenden Bearbeitung: a) — Videoreihenfolge 1; b) — Videoreihenfolge 2

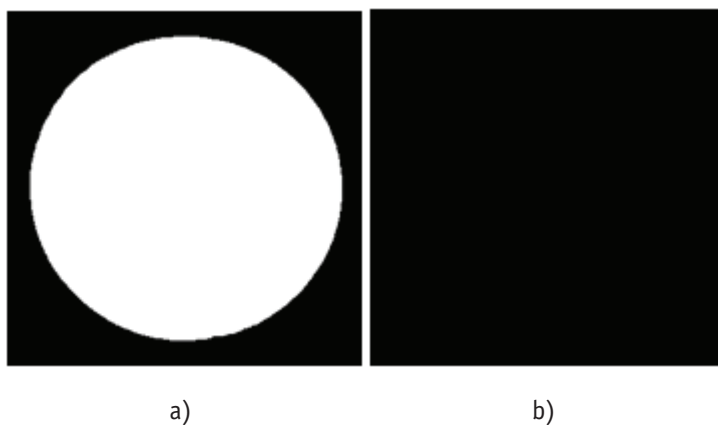


Zeichnung 3. Die lokalisierten Interessensbereiche: a) — das erste Objekt; b) — das zweite Objekt

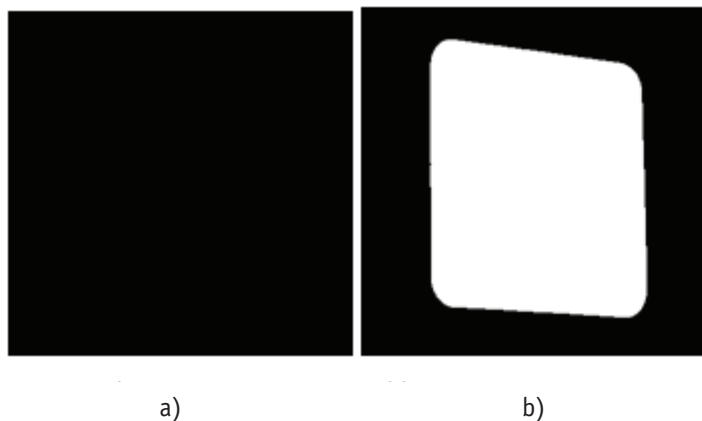
Operationen sind auf der Zeichnung 4 für den roten Kanal und auf der Zeichnung 5 für den blauen Kanal für zwei Objekte vorgeführt.

Die Erkennung der geometrischen Parameter des bekommen binären Bildes geschieht ebenso aufgrund der Erkennung

von morphometrischen Merkmalen. Nachdem man den Koeffizient der Form bestimmt und ihn mit dem Kontrollwert verglichen hat, kann man über die Formen und über die Klasse des Objektes, zu denen er gehört, Schlussfolgerungen ziehen. Ein solcher Koeffizient ist der Füllfaktor, der



Zeichnung 4. Ergebnisse der morphologischen Bearbeitung des roten Kanals: a) — das erste Objekt; b) — das zweite Objekt



Zeichnung 5. Die Ergebnisse der morphologischen Bearbeitung des blauen Kanals: a) — das erste Objekt; b) — das zweite Objekt

durch das Verhältnis der Fläche des Objektes zur Fläche des ihn beschränkenden Rechteckes bestimmt wird [5]. Selbstverständlich wird solcher Koeffizient für das Rechteck (und für das Quadrat als Sonderfall des Rechteckes) gleich 1 sein. Nachdem man einfache Berechnungen gemacht hat, kann man den Koeffizient für den Kreis bekommen, gehend von der Fläche des beschreibenden ihn Quadrates aus, dadurch ergibt sich folgende Ausdruck (1).

$$\frac{S_{des_Kreises}}{S_{des_Quadratus}} = \frac{\pi R^2}{(2R)^2} = \frac{\pi}{4} = 0.7854 \quad (1)$$

Wo S — die Fläche; R — der Radius des Kreises.

Bei den Berechnungen des Füllfaktors für reale oder simulierte Objekte, können sich seine Bedeutungen von Rechenbedeutungen unterscheiden. Das hängt von den Fehlern der Diskretisierung, den Entstellungen der Form und anderen

Aspekten ab. Das Prinzip des Vergleiches des bekommenen Koeffizienten mit seiner Rechenbedeutung im Rahmen der Spanne der Abweichung der Berechnung erlaubt es, die Form des Zeichens genau zu bestimmen.

In der fünften Etappe wird die Analyse der bekommenen Daten ausgeführt sowie die Bestimmung der Gruppe, zu der das Objekt gehört, und zwar: die Verbotsschilder, die Anordnungszeichen, die Zeichen der besonderen Anordnungen oder das Objekt ist kein Zeichen des Straßenverkehrs. Der Erkennungsprozess ist auch auf den Prinzipien der Computerlogik gegründet, das Ergebnis der Erkennung hängt von der Korrelation der Merkmale des Objektes ab, solcher wie die Farbe und die geometrische Form, mit den geeichten Bedeutungen [4], und im Falle ihrer Nichtübereinstimmungen, wird es angesehen, dass das Objekt kein Zeichen des Straßenverkehrs ist. Das Beispiel der Genauigkeit der Erkennung von Verkehrszeichen ist in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1. Ergebnisse der Erkennung von Verkehrszeichen nach der Videoreihenfolge.

Die Nummer des Clips	Die Gesamtzahl der Zeichen in der Videoreihenfolge	Die Zahl richtig bestimmter Zeichen;	Die Genauigkeit der Erkennung von Verkehrszeichen;%
1	2	2	100
2	2	1	50
3	1	1	100
4	9	8	89
Insgesamt	14	10	86

Die Ergebnisse der Tabelle 1 sind auf der Folge der Testreihenfolgen bekommen. Für die Bestimmung der Arbeit des Algorithmus wurden 4 bekommene in sonniges, klares Wetter Testvideoreihenfolgen verwendet. Die Testdaten stellen die Videodarstellung von der Scharfzeichnung 1980×720 mit der Frequenz 30 Bilder pro Sekunde, verschlüsselt mit der Hilfe von Codec x264 (die Scharfzeichnung mp4) dar. Der Algorithmus ist im Bereich Matlab 2014 unter der Verwendung der m-Sprache des Programmierens realisiert.

Die wesentlichen Ergebnisse lassen sich in folgenden Thesen zusammenfassen: In der Arbeit ist das Suche-und-Erkennungsalgorithmus von Verkehrszeichen nach der Videoreihenfolge dargestellt, ebenso sind die Ergebnisse seiner Arbeit in verschiedenen Etappen beleuchtet. Der dargestellte Algorithmus erfüllt vollständig das aufgegebenes Ziel nach der Suche, der weiteren Lokalisation und der Erkennung des bekommenen Bereiches mit der Bestimmung der Gruppe von Straßenverkehrszeichen, zu der das Objekt gehört.

References:

1. Woronin W. W., Martschyk W. I., Scherstobitow A. I., Semenischtschew E. A.. Metody zifrowoi obrabotki signalow dla reschenija prikladnych sadatsch. Monografija pod red. W. I. Martschyk M.: Radiotechnika, 2012. 128 s..
2. Gonsales R, Woods R. Zifrowaja obrabotka isobrayhenij. M.: Technosphaera, 2005 1072 s.
3. Gonsales R, Woods R. Zifrowaja obrabotka isobrazhenij w srede Matlab. M.: Technosphaera, 2006. 59 c
4. GOST P 52290–2004 Technitscheskije sredstwa organizazii dorozhnogo dwizhenija. Snaki dorozhnye.
5. Prett W. Zifrowaja obrabotka isobrayhenij. W dwuch tomach. M.: Mir, 1982. 790s.

Особенности диагностирования сварных соединений технологических трубопроводов и печных змеевиков из сталей типа 15Х5М, 12Х2М1, заваренных электродами аустенитного класса

Стародубцев Алексей Егорович, генеральный директор;
Арчаков Сергей Викторович, директор
ООО «ЦДКНХО» (г. Москва)

В статье представлены результаты исследования сварных соединений технологических трубопроводов и печных змеевиков из сталей типа 15Х5М, 12Х2М1, заваренных электродами аустенитного класса.

Ключевые слова: экспертиза промышленной безопасности, техническое диагностирование, разнородное сварное соединение, хромомолибденовые стали, разрушение, эксплуатация, нефтехимия, нефтепереработка.

В настоящее время нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности наметились положительные тенденции на модернизацию производств (установок), с заменой устаревшего оборудования. Однако остается достаточно большой процент оборудования, которое отработало свой остаточный ресурс или близко к этому. Поэтому надежность работы данного оборудования выходит на первый план в вопросе промышленной безопасности предприятия. В данной статье хотели бы осветить подход к диагностированию сварных соединений технологических трубопроводов и печных змеевиков из хромомолибденовых теплоустойчивых сталей типа 15Х5М, 12Х2М1, заваренных электродами аустенитного класса.

Сварка технологических трубопроводов и печных змеевиков нефтеперерабатывающих и нефтехимических установок, изготовленных из хромомолибденовых теплоустойчивых сталей типа 15Х5М и 12Х2М1, электродами одинакового состава со сталью, встречает известные затруднения из-за склонности сварных соединений к образованию закалочных трещин. Исключить образование этих трещин удаётся только строгим соблюдением специальных термических условий: предварительным и сопутствующим подогревом и термической обработкой сварных соединений, выполняемой непосредственно после сварки на строго определённых режимах [2], [3].

В первые десятилетия применения сталей типа 15Х5М, 12Х2М1 в отечественном нефтеперерабатывающем оборудовании и трубопроводах (30–60-е годы прошлого века) на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях практически отсутствовали нагревательные устройства для местного нагрева сварных соединений по режимам предварительного подогрева и термической обработки. Применение для этих целей (особенно для термообработки) газовых сварочных горелок и резаков, как правило, приводило к образованию трещин в указанных соединениях.

Поэтому уже в первые годы промышленного применения сталей типа 15Х5М, 12Х2М1 для трубных элементов нефтеперерабатывающего и нефтехимического оборудования вынуждены были использовать для мон-

тажной и ремонтной сварки электроды аустенитного класса, что позволяло не только избежать закалочных трещин, но и исключить из технологии сварки операцию термической обработки [1], [3].

Технологии сварки трубных элементов из сталей типа 15Х5М, 12Х2М1 аустенитными электродами и состав применяемых электродов непрерывно совершенствовались и позволяли получать сварные стыки настолько стойкие против образования закалочных трещин, что на практике постепенно укоренилось мнение, что уже само применение аустенитных электродов обеспечивает требуемое качество сварных соединений даже без соблюдения таких элементов сварочной технологии, как зачистка свариваемых кромок, наплавка свариваемых кромок, защита места сварки от атмосферных осадков и т.д. При таком подходе достаточно часто стали выявляться трещины в сварных соединениях трубопроводов и печных змеевиков, выполненных аустенитными электродами, что породило мнение о малой надежности указанных сварных соединений. Широкое распространение на предприятиях отрасли нагревательных устройств для термической обработки сварных соединений трубных элементов позволило выполнять замену аустенитных швов перлитными, однородными по составу и структуре со свариваемой сталью.

Безусловно, сварные соединения из сталей типа 15Х5М, 12Х2М1, выполненные однородными электродами с термической обработкой при строгом соблюдении термических условий, обеспечивают более высокое качество и эксплуатационную надёжность [2], [3]. И, тем не менее, нельзя полностью отказаться от применения технологии сварки аустенитными электродами, как от дежурного, аварийного варианта, способного в технически сложной ремонтной ситуации исключить применение термической обработки. Поэтому большой практический интерес представляет выяснение причин снижения работоспособности разнородных сварных соединений из сталей типа 15Х5М, 12Х2М1 с аустенитными швами и поиск технологической возможности и конкретных решений по повышению эксплуатационной надёжности таких соединений. Этим вопросом посвящена предлагаемая работа.

По нашему мнению, основанному на анализе возможных причин появления сквозных дефектов на большом количестве рассматриваемых сварных соединений, полученных от предприятий, после продолжительной эксплуатации, главные причины снижения работоспособности сварных соединений основаны на концентрации эксплуатационных напряжений, которые неизбежно возникают в любом сварном соединении, а тем более — в разнородном. Изменение поля напряжений при переходе от одного участка сварного соединения к другому обусловлено изменением свойств этих участков металла и их способности к пластической деформации (при меньшем значении предела текучести (σ_T) металл деформируется раньше). Это ведёт к появлению напряжений различного уровня на соседних участках, т.е. возникает концентрация напряжений в локальных участках металла. Сварные соединения сталей типа 15Х5М, 12Х2М1 с аустенитным швом часто выполняются с дефектами, которые дополняют и видоизменяют концентраторы напряжений, что может приводить к снижению служебных характеристик этих соединений и к образованию в них сквозных дефектов [1].

Повышению концентрации эксплуатационных напряжений способствуют:

1. Нарушение технологии сварки.
2. Сложная методика ультразвукового и радиографического контроля внутренних дефектов сварных соединений, обусловленная различной структурой околошовной зоны (мартенситная, сорбитная, трооститная, перлитная или смешанная) и металла шва (аустенитная, причём от мелкозернистого аустенита до крупных дендритов литого металла, не претерпевших в процессе охлаждения структурных превращений).

Поэтому в каждом конкретном случае требуется индивидуальная методика, требуемая высокой квалификации дефектоскописта. Во многих случаях при ультразвуковом контроле сварных соединений с аустенитными швами на трубопроводах из сталей типа 15Х5М, 12Х2М1 различными монтажными организациями результаты контроля

оставались сомнительными, что в ряде случаев приводило к образованию сквозных дефектов при эксплуатации. И только привлечение специалистов с большим опытом и высочайшей квалификацией, позволяло положительно проводить разбраковку разнородных сварных соединений. Положение усугубляется при контроле сварных стыков труб с фланцами, отводами, переходами, имеющих форму поверхности, отличную от цилиндрической и переменную толщину стенок.

Как показала практика, эксплуатация сварных соединений с недопустимыми по размерам шлаковыми включениями в корневых участках сварных соединений и в прилегающей зоне сплавления, а также с непроварами в корне шва, которые оставались в стыках вследствие сложной методики контроля, приводит к сокращению времени эксплуатации рассматриваемых сварных соединений до обнаружения сквозных дефектов на 10 лет и более (рис.1.).

3. Применение электродов с малым содержанием никеля, недостаточным для исключения диффузионных процессов атомов углерода в зоне сплавления металла шва со сталью 15Х5М при высокотемпературной эксплуатации (рис.2), приводит к образованию и развитию трещин в этой зоне вплоть до сквозного разрушения.

4. Сварка стыков на технологических трубопроводах, имеющих несогласованную с реальными температурными условиями эксплуатации компенсацию температурных напряжений, вследствие чего эксплуатационные напряжения возрастают, особенно в разнородных сварных соединениях с концентраторами напряжений. Следствием этого является образование околошовных трещин даже в сварных соединениях с полным проваром (рис.3), в том числе выполненных на подкладном кольце (рис.4).

5. Нарушение конструкций подвижных и неподвижных опор и подвесок технологических трубопроводов, что приводит к возникновению дополнительных эксплуатационных напряжений в сварных соединениях, следствием воздействия которых может быть образование трещин по типу представленных на рис.3 и рис.4.

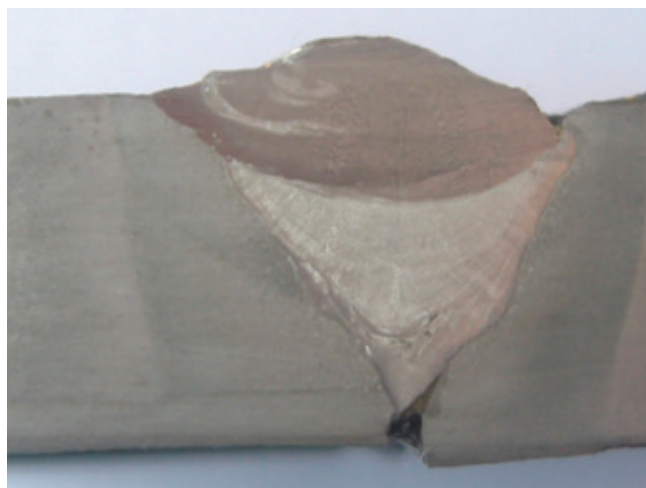


Рис. 1

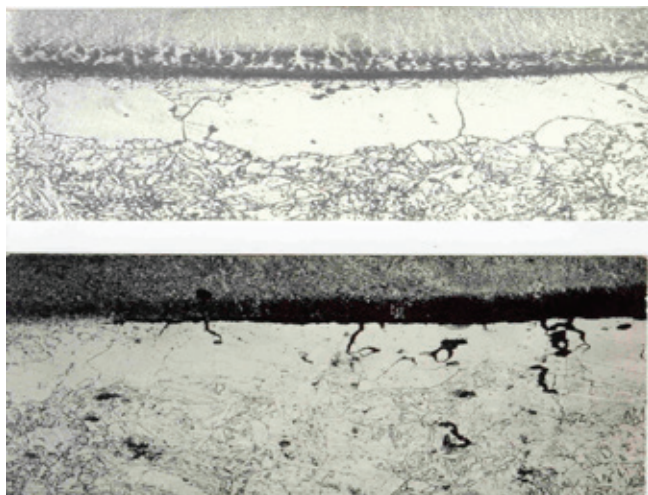


Рис. 2



Рис. 3

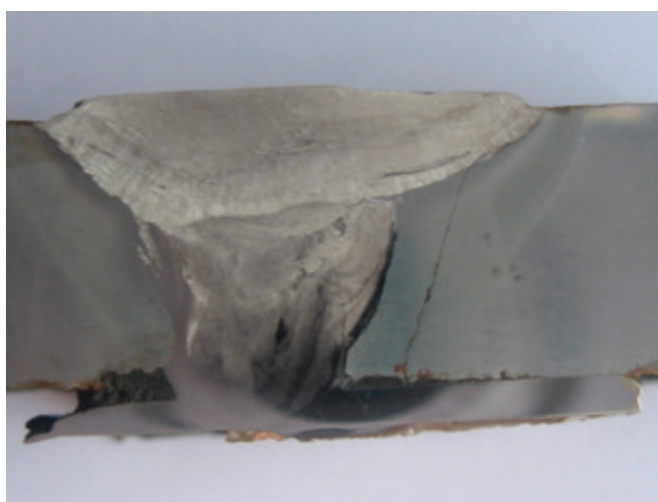


Рис. 4

6. Повышенная вибрация трубопроводов, при которой существенно возрастают рабочие напряжения в сварных соединениях с концентраторами напряжений.

7. Снижение жаропрочности разнородных сварных соединений в процессе эксплуатации при повышенных температурах.

8. Из проведённых данных следует, что с увеличением величины дефекта время до обнаружения сквозного дефекта сокращается (таблица 1).

Из указанных данных следует, что сварные соединения, выполненные без дефектов изготовления, обнаруживают вполне приемлемую эксплуатационную надёжность.

В сварочных технологиях обычно не рассматриваются вопросы нарушения устройств и оптимальных условий эксплуатации технологических трубопроводов (3, 4, 5 из названных выше факторов), которые входят в компетенцию механиков-эксплуатационников. Поэтому экспертные организации, выполняющие работы по техническому диагностированию и экспертизе промышленной безопасности, должны хорошо знать, что нарушение п.п.3,4,5 резко снижает работоспособность сварных соединений. Снижается надёжность любых, даже однородных

сварных соединений, ещё в большей степени — разнородных сварных соединений и в многократно большей степени — разнородных сварных соединений, имеющих концентраторы напряжений в корневых участках сварного соединения.

Следует отметить, что вопросы снижения эксплуатационных напряжений в сварных соединениях и в первую очередь в разнородных сварных соединениях, должны находить отражение в технологиях сварки в части регламентации требований по особенностям устройства технологических трубопроводов и их подготовке к эксплуатации (компенсация термических напряжений и т.д.).

Из изложенного становится понятно, что совершенствование технологи сварки трубных элементов из сталей типа 15Х5М, 12Х2М1 аустенитными электродами, направленные на повышение эксплуатационной надёжности

Таблица 1

Величина дефекта в корне шва	Время эксплуатации до выявления сквозного дефекта
Большая величина недопустимых дефектов изготовления в корневых участках шва (несплавление, смещение кромок, непровар, шлаковые включения)	9 лет
Малая величина дефекта изготовления в корневых участках шва	16 лет
Дефекты изготовления не выявлены	30 лет

получаемых сварных соединений, должно быть связано в первую очередь с повышением надёжности корневых участков шва, заваренных на весу без подкладных колец и без подачи аргона во внутреннюю полость трубы.

Выводы и рекомендации

При проведении технического освидетельствования (ревизии), техническом диагностировании и экспертизы промышленной безопасности, с определением срока дальнейшей безопасной эксплуатации технологических

трубопроводов и печных змеевиков из хромомолибденовых теплоустойчивых сталей типа 15Х5М и 12Х2М1, заваренных электродами аустенитного класса без термической обработки сварных соединений, необходимо учитывать вышеизложенные эксплуатационные дефекты в разнородных сварных соединениях. Это позволит уже на стадии ознакомления с технической документацией, а также при проведении визуально-измерительного контроля сориентироваться и уточнить методы и объём дополнительного контроля основного металла и сварных соединений.

Литература:

1. Земзин, В. Н. Сварные соединения разнородных сталей. М.: Машиностроение, 1966. 290с.
2. В. Н. Земзин, Р. З. Шрон. Термическая обработка и свойства сварных соединений. Л., Машиностроение, 1978.
3. Л. С. Лившиц, А. Н. Хакимов. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений. М, Машиностроение, 1989.

Изучение процесса деформации почвы рабочими органами лесопосадочной машины

Шабанов Михаил Леонидович, кандидат технических наук, доцент;
 Мильцин Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент;
 Лысыч Михаил Николаевич, кандидат технических наук, старший преподаватель;
 Романов Владислав Вячеславович, студент
 Воронежская государственная лесотехническая академия

Посадка лесных культур лесопосадочными машинами во многом зависит от бороздообразующих и уплотняющих рабочих органов машины. Поэтому, как будут работать они в отдельности и в зависимости друг от друга, будет определяться качество посадки лесных культур, а также конструктивные параметры самой лесопосадочной машины. Исходя из этого, уделено внимание рассмотрению процесса взаимодействия почвенной среды с бороздообразующими и уплотняющими рабочими органами лесопосадочных машин — движение почвенных частиц после прохода сошника и впереди уплотняющих катков (рис. 1).

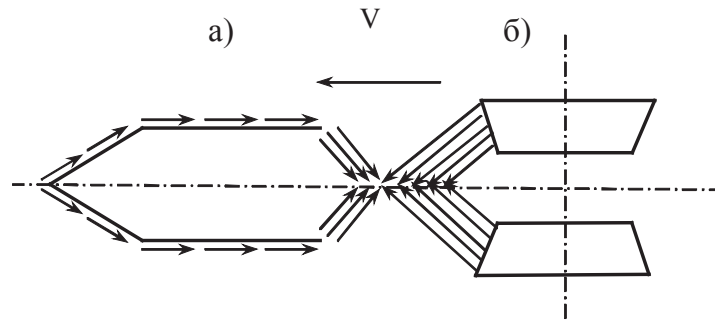


Рис. 1. Направление перемещения почвы при взаимодействии сошником (а) и уплотняющими катками (б)

После прохода сошника почва поступает и заполняет посадочную щель равномерно с обеих сторон, заполнение происходит за счет осыпания почвы за задним обрезом сошника, начиная снизу. Процесс осыпания протекает во времени, в течение которого сошник проходит путь со скоростью агрегата, поэтому смыкание почвенных масс происходит на некотором расстоянии сошника и зависит от типа, состояния почвенной среды и скорости посадки.

В свою очередь перед ободом катка образуется уплотненное ядро, направленное вперед под углом к вертикали, при перемещении которого верхний слой почвы, находящийся над ядром, поднимается вверх и разрыхляется. Это вместе со скольжением почвы по поверхности обода образует перед катком почвенный валик.

От сошника и уплотняющих катков в посадочную щель поступают два почвенных потока, направленные на встречу друг другу с разными скоростями. Заполняемость посадочной борозды почвой обеспечивается, когда почвенный валик от катков будет совпадать с концом процесса осыпания почвы после прохода сошника

На основании рассмотренных факторов движения почвенной массы после прохода сошника и перед уплотняющими катками величина расположения данных рабочих органов на раме лесопосадочной машины (L) определяется расстоянием точки смыкания почвенных волн за сошником (L_{Π}) и длиной почвенного валика перед катками (ΔL), в зависимости от их конструктивных параметров, физико-механических свойств почвенной среды и условий посадки (рис. 2)

$$L = L_{\Pi} + \Delta L \quad (1)$$

С целью обоснования компоновки рабочих органов лесопосадочной машины проведены аналитические исследования. Рассмотрен процесс движения почвенных частиц за задним обрезом сошника (рис. 3).

Перемещение элементарной частицы до ее полной остановки по ходу движения сошника относительно его заднего обреза определяется [1]

$$L_n = L_{\text{ч}} + L_c, \quad (2)$$

где $L_{\text{ч}}$ — длина перемещения почвенной частицы, см; L_c — расстояние, пройденное сошником после схода элементарной почвенной частицы, см.

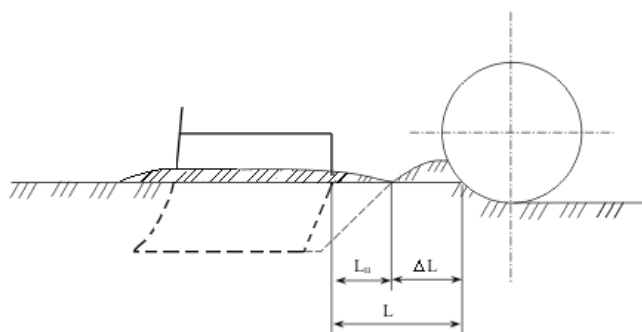


Рис. 2. Схема к определению расстояния между сошником и уплотняющими катками

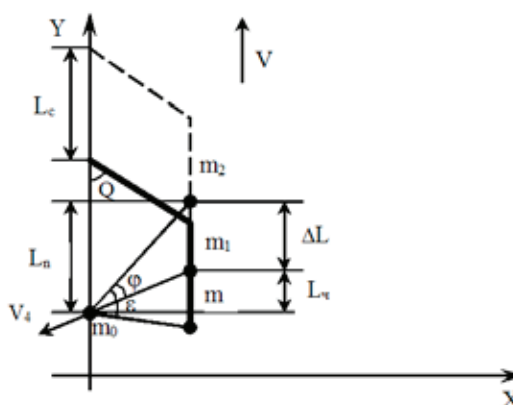


Рис. 3. Схема движения почвенной частицы за задним обрезом сошника в координатах XOY

На основе выявленных главных факторов и критериев процесса посадки саженцев получены уравнения движения почвенных частиц за задним обрезом сошника в продольно-вертикальной плоскости [2]

$$y = V_{o\eta} t - 0,25g \cos \psi \left(\frac{c}{2Yy h_0} + f \cos \psi \right) t^2, \tag{3}$$

$$z = V_{oz} t - 0,25g \left[\sin \psi \left(\frac{c}{2Yy h_0} + f \cos \psi \right) - 1 \right] t^2, \tag{4}$$

где V — скорость движения частицы, см/с; g — ускорение свободного падения, см/с²; ψ — угол естественного откоса; c — сцепляемость почвы, Н; Y_y — вес частицы, Н; h_0 — высота осыпи почвы в посадочном месте, см; f — коэффициент внутреннего трения; t — время движения почвенной частицы, с.

Определен путь перемещения почвы за задним обрезом сошника [3]

$$L_{\Pi} = \frac{2V^2 \cos^2 \epsilon}{g \cos \psi \left(\frac{c}{2Yy h_0} + f \cos \psi \right) \text{tg}^2 (\epsilon + \varphi)} \left(\frac{h}{b} \sin Q + \text{tg} \varphi \right), \tag{5}$$

где ϵ — угол наклона боковых граней сошника относительно дна борозды; φ — угол внутреннего трения; h — глубина посадки, см; Q — угол раствора боковых граней; b — ширина сошника, см.

Результаты исследований позволили построить графические зависимости перемещения почвенных слоев от ширины и скорости движения сошника, влажности почвы, глубины посадки. Увеличение скорости движения сошника, влажности почвы и глубины посадки в пределах, указанных на рисунке 4, приводит к увеличению расстояния смыкания почвы за сошником на 50–60 %. Увеличение ширины сошника способствует уменьшению расстояния смыкания почвы на 45–55 % [4].

В результате теоретических исследований получена формула высоты осыпи почвы в посадочной борозде после прохода экспериментального сошника [5]

$$h'_0 = h - 0,4\sqrt{hbtg\varphi} - 0,4btg\varphi + 0,5b\sqrt{\text{tg}\varphi \left(\frac{\pi\alpha}{180} - \sin \alpha \right)}. \tag{6}$$

Определение высоты осыпи почвы по предлагаемой формуле позволяет с достаточной точностью оценить полноту заделки посадочного места при самоосыпанию почвы после прохода сошника.

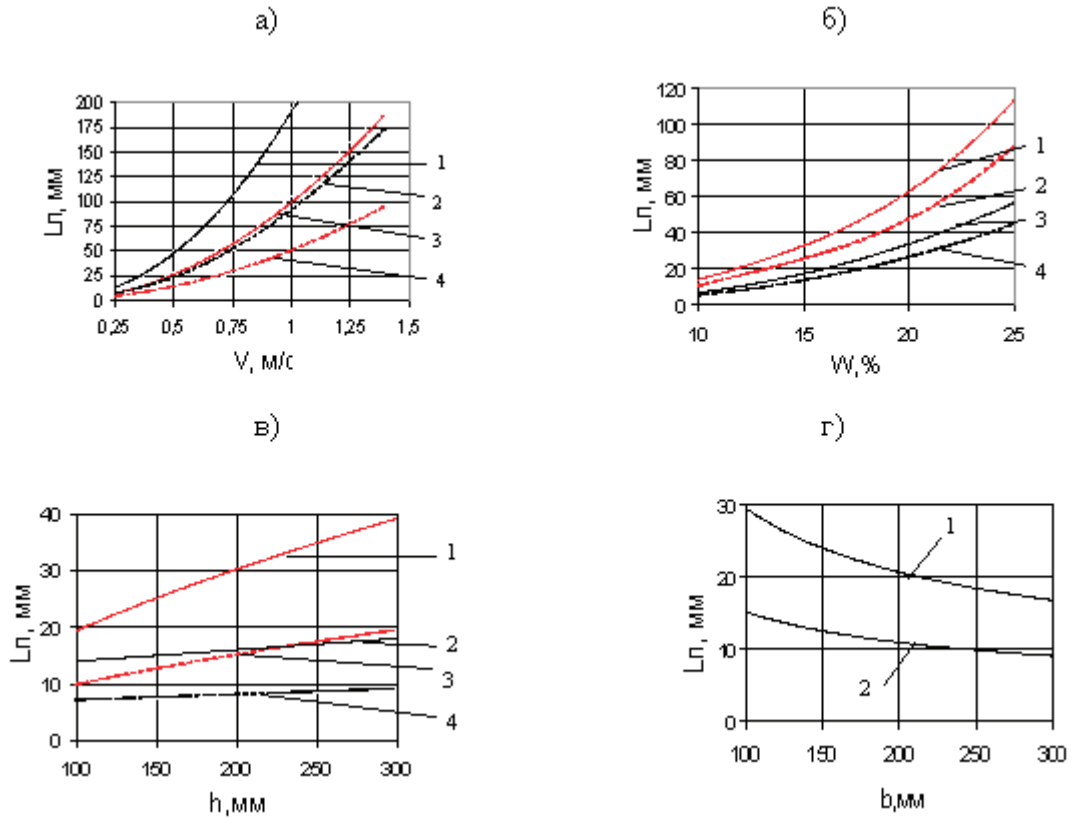


Рис. 4. Зависимость перемещения почвенных слоев: а — от скорости движения (W=20%, 1,2 — серийный, 3,4 — экспериментальный сошник); б — от влажности (V=0,42м/с); в-от глубины посадки (W=20%, V=0,42м/с); г — от ширины боковых стенок сошника (1 — глинистые, 2 — песчаные почвы)

Получено аналитическое выражение длины почвенного валика, образующего перед уплотняющими катками. Длина образовавшегося в продольной плоскости почвенного валика ΔL определяется из полной длины деформированной почвы катками L_n и длины деформации непосредственно под ними L_1 (рис. 5)

$$\Delta L = L_{II} - L_1. \tag{7}$$

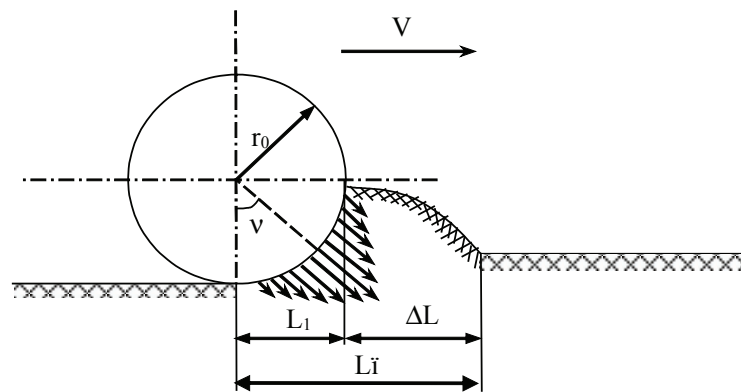


Рис. 5. Перемещение почвенных слоев перед уплотняющими катками

Длина почвенного валика, образовавшегося перед катком равна [6]

$$\Delta L = \left(\frac{0,02r_0^2 E(1 + \Omega\sqrt{V})}{\sqrt{\frac{G_k \sigma_{cp}}{\pi}}} + \frac{0,3G_k}{\vartheta B \sigma_{cp}} - 0,15r_0 \right) \left(\frac{tg\gamma}{tg\mu} - 1 \right), \tag{8}$$

где r_0 — радиус катка, см; E — статический модуль деформации грунта, Н; Ω — коэффициент, зависящий от вида грунта; V — скорость движения катков, м/с; G_k — вертикальная нагрузка на каток, Н; B — ширина обода катка (профиля шины), см; ϑ — коэффициент увеличения ширины колеи; σ_{cp} — среднее нормальное контактное напряжение, Н.

Величина почвенного валика зависит от конструктивных параметров уплотняющих катков, скорости их движения, а также от физико-механических свойств почвы. За счет коэффициента ϑ формула применима как для катков на жестком ободе, так и на пневматинах. Увеличение скорости движения катков приводит к уменьшению длины почвенного валика перед катками в 1,3 раза (рис. 6).

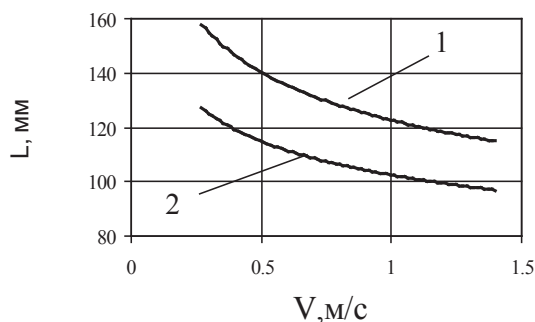


Рис. 6. Зависимость длины почвенного валика от скорости движения катков

($\alpha=20^\circ$, $r_0=230$ мм, $\Omega=0,01$)

1 — металлические; 2 — пневматические

Производственные испытания лесопосадочной машины (на примере СБН-1А) показали, что полная заделка посадочной борозды почвой обеспечивается при следующих параметрах: скорость посадки 0,27...1,38 м/с; расстояние между задним обрезом коробчатого сошника и передней точкой диаметра уплотняющих катков — 200...250 мм (в проекции на горизонтальную плоскость); расположение посадочного аппарата относительно заднего обреза сошника составляет 100...150 мм. При таких параметрах обеспечивается равномерное уплотнение почвы в зоне расположения корней саженцев. Увеличивается плотность почвы в зоне заделки корневой системы в 1,35...2,8 раза и составляет 3,8...6,1 МПа. Глубина заделки корневой шейки саженцев равна $2,03 \pm 0,2$ см. Приживаемость лесных культур повышается на 15–20% и составляет 95,1%.

Литература:

1. Бартенев, И. М. Шабанов М.Л. Движение почвенных частиц за задним обрезом сошника лесопосадочной машины / Повышение эффективности лесозаготовок малолесных районов: Межвуз. сб. науч. тр. — Воронеж: 2002. — Вып № 2 — с. 52–56.
2. Бартенев, И. М. Шабанов М.Л. Влияние формы сошника лесопосадочной машины на деформацию почвы / Материалы междунар. науч. — практич. конф. — Воронеж, 1998. — с.86–87.
3. Шабанов, М.Л. Влияние скорости посадки на расположение бороздообразующих и почвозаделывающих рабочих органов на раме лесопосадочной машины / Вестник. — Воронеж, 2002, Вып.№ 1 — с. 35–37.
4. Шабанов, М.Л. Деформация почвы при работе лесопосадочных машин. Мат. моделирование, компьютерная оптимизация технологических параметров оборудования и систем управления лесного комплекса: Межвуз. сб. науч. тр. — Воронеж, 2000. — с.30–34.
5. Шабанов, М.Л. Обоснование расположения рабочих органов на раме лесопосадочной машины / Воронеж. гос. лесотехн. акад. — Воронеж, 2001. — 8 с. Библиогр.: 2 назв. Деп. в ВИНТИ. 22.01.02, № 105-В 2002.
6. Шабанов, М.Л. Определение величины почвенной волны перед уплотняющими катками / Повышение эффективности лесозаготовок малолесных районов: Межвуз. сб. науч. тр. — Воронеж: 2002. — Вып № 2 — с. 246–249.

Основы технологии самоуплотняющегося бетона

Шестернин Александр Игоревич, магистрант;
Коровкин Марк Олимпиевич, кандидат технических наук, доцент;
Ерошкина Надежда Александровна, кандидат технических наук, инженер-исследователь
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

В работе рассмотрены основы получения бетонных смесей с высокой удобоукладываемостью. Показано, что эффект самоуплотнения бетонной смеси достигается за счет совместного использования высокоэффективных суперпластификаторов и минеральных добавок.

Ключевые слова: самоуплотняющийся бетон, суперпластификатор, минеральная добавка, тонкий заполнитель.

Самоуплотняющийся бетон (по международной терминологии — Self-Compacting Concrete [SCC]) является одной из современных разновидностей бетона, бурно развивающегося в последние десятилетия. Этот бетон способен уплотняться практически без внешнего воздействия под действием собственного веса, полностью заполняя форму и уплотняясь даже в густоармированных конструкциях. Самоуплотняющиеся бетоны имеют расплыв стандартного конуса 50...80 см, их применение обеспечивает качественное уплотнение бетонной смеси и высокие темпы набора прочности.

Концепция самоуплотняющегося бетона была разработана японскими специалистами [1] в конце 80 годов. Основным мотивом для создания этой разновидности бетона стало получение высококачественного материала, не требующего значительных трудозатрат для укладки бетонной смеси в опалубку [2]. Этот фактор сыграл основную роль для быстрого развития технологии самоуплотняющихся бетонов в начале 90 годов XX века не только в Японии, но и других промышленно развитых странах — США, Швеции, Германии, Франции, которые испытывали дефицит квалифицированной рабочей силы в строительной отрасли.

В последние годы и в России, в связи с подъемом строительной отрасли, проявляется интерес к самоуплотняющемуся бетону. Этот материал применяется на строительстве отдельных объектов. Очевидно, что широкое распространение передового опыта мировой строительной практики приведет в будущем к более широкому применению самоуплотняющихся бетонов и увеличению объемов их производства. В связи с этим актуальны исследования факторов определяющих свойства самоуплотняющихся бетонов.

Важнейшей предпосылкой создания самоуплотняющегося бетона является разработка и широкое внедрение в технологию бетона одной из наиболее эффективных групп химических добавок — суперпластификаторов (СП). Понимание того, что эти добавки смогут в значительной степени изменить технологию бетона и позволят создать новые разновидности бетона пришло к специалистам не сразу. Полное использование потенциала СП стало возможным только после системных исследований этих модификаторов бетона и анализа практического опыта их применения.

Принципиальным изменением в представлениях специалистов, занимающихся производством бетона, было осознание того, что «экономленный» цемент при введении в состав бетона высокоэффективных СП должен замещаться не крупным и мелким заполнителем, а активными или инертными минеральными добавками [3]. Понимание этой особенности бетонов с добавкой СП, наряду с созданием более совершенных добавок, стало основой создания самоуплотняющегося бетона.

Развитие технологии бетонных смесей с высокой удобоукладываемостью происходило за счет использования различных факторов:

- применение полифракционного заполнителя с оптимальным гранулометрическим составом;
- использование микро- и ультрадисперсного минеральных добавок (микрокремнезема, золы ТЭС, тонкомолотых шлаков и др.) для повышения прочности и коррозионной стойкости материала;
- управление реологией высокоподвижных бетонных смесей;
- создание новых видов химических модификаторов, регуляторов свойств бетона.

В 1986 году проф. Окамура [4] при разработке высокоподвижного бетона обобщил опыт, накопленный в указанных областях, предложил концепцию новой разновидности бетона, который он предложил назвать «самоуплотняющийся бетон».

Важной отличительной чертой современных самоуплотняющихся бетонов в сравнении с литыми бетонными смесями прошлого является отсутствие водоотделения и расслоения при высокой текучести смеси. Низкое водоцементное отношение цементного теста при введении в состав смеси высокоэффективных гиперпластификаторов обеспечивает значительное повышение плотности цементно-водной суспензии. Однако плотность суспензии, даже в случае предельного снижения водоцементного отношения не достигает плотности заполнителя — 2500...2700 кг (рис. 1). Это обстоятельство свидетельствует в пользу того, что повышение плотности цементного теста является только дополнительным фактором, снижающим склонность бетонной смеси к расслоению.

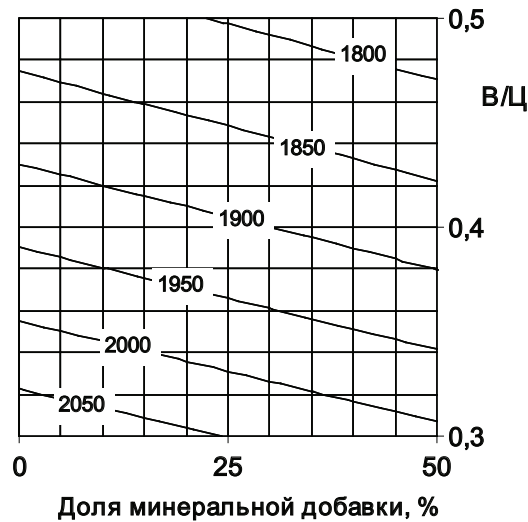


Рис. 1. Влияние водоцементного отношения и доли замещения цемента с плотностью 3100 кг/м³ минеральной добавкой, имеющей плотность 2700 кг/м³ на плотность цементного теста

В качестве основного фактора, обеспечивающего нерасслаиваемость смеси, следует рассматривать высокую вязкость цементной суспензии, которая при этом имеет низкое предельное напряжение сдвига. Такое сочетание основных реологических характеристик цементного теста обеспечивает выход из бетонной смеси воздуха, который был в нее вовлечен при перемешивании. Для снижения седиментационных явлений в бетонную смесь могут вводиться загущающие добавки на основе модифицированной целлюлозы, гидролизованного крахмала, полиэтиленгликоля, природных биполимеров и др. [5].

Основная задача, которая должна быть решена при проектировании состава самоуплотняющегося бетона — обеспечение достаточно высокой раздвижки зерен крупного и мелкого заполнителя. В противном случае при введении в бетонную смесь высокоэффективных СП будет наблюдаться сегрегация смеси, которая при определении подвижности с помощью стандартного конуса проявится в виде «эффекта сомбреро» — вытекание из бетонной смеси растворной составляющей, а из растворной составляющей — «цементного молока». При этом бетонная смесь принимает форму, напоминающую сомбреро (рис. 2а).

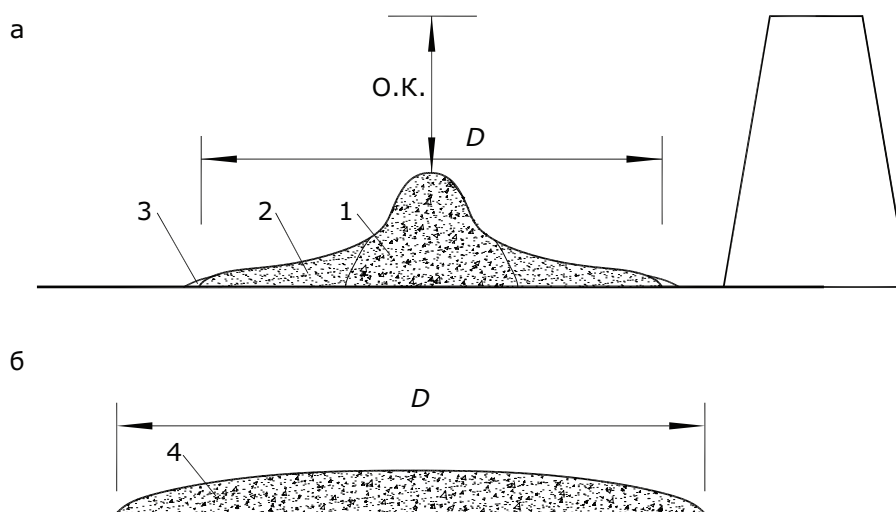


Рис. 2. Определение удобоукладываемости высокоподвижной бетонной смеси с избыточным (а) и оптимальным (б) содержанием заполнителя. Обозначения: 1 — бетонная смесь с повышенным содержанием крупного заполнителя; 2 — бетонная смесь с повышенным содержанием растворной составляющей; 3 — «цементное молоко»; 4 — однородная бетонная смесь

Необходимая раздвижка зерен заполнителя достигается за счет введения в состав бетона тонкого наполнителя, сопоставимого по дисперсности с вяжущим. Количество этого компонента сопоставимо с расходом вяжущего цемента. Значительное разбавление цемента инертным материалом не приводит к значительной потере прочности в связи со значительно более низким, чем в традиционных бетонах, водоцементным отношением. Введение в состав бетона с высокой удобоукладываемостью значительных объемов инертных или активных минеральных добавок позволяет получить высокоподвижную, но стойкую к сегрегации бетонную смесь.

В настоящее время теория проектирования составов самоуплотняющихся бетонов еще не разработана. Реологические свойства этих бетонов очень чувствительны к соотношению компонентов и их свойствам. Поэтому подбор состава ведется опытным путем. На первом этапе подби-

рают вид и расход СП, а также минеральной добавки и водоцементного отношения для получения цементного теста с достаточной текучестью. На втором и третьем этапе последовательно подбирают расход крупного и мелкого заполнителя для получения бетонной смеси с расплавом смеси не ниже 50 см. При оценке реологических свойств самоуплотняющейся бетонной смеси необходимо в обязательном порядке определять ее стойкость к расслоению.

Самоуплотняющийся бетон — материал с уникальными технико-строительными свойствами. Его получение возможно благодаря синергизму совместного использования высокоэффективных суперпластификаторов (гиперпластификаторов) с активными или инертными минеральными добавками. Для широкого применения этих бетонов необходимо создание новой производственной базы, позволяющей на более высоком уровне осуществлять подготовку сырьевых материалов и точно выдерживать их рецептуру.

Литература:

1. Ozawa K, et. al. Development of high performance concrete based on the durability design of concrete structures: Proceedings of the second East-Asia and Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC-2). 1989. Vol. 1. pp. 445–450.
2. Оучи, М. Самоуплотняющиеся бетоны: разработка, применение и ключевые технологии // Бетон на рубеже третьего тысячелетия: Труды 1-ой Всероссийской конференции по бетону и железобетону. — М.: Готика, 2001. С.209–215.
3. Collepardi, M. A Very Close Precursor of Self-Compacting Concrete (SCC) // Supplementary Volume of the Proceedings of Three-Day CANMET/ACI International Symposium on Sustainable Development and Concrete Technology. USA, S. Francisco, 2001. pp. 23–28.
4. Okamura H, et. al. Mix-design for self-compacting concrete // Concrete Library of JSCE. 1995. No. 25. pp.107–120.
5. Collepardi, M. Self-Compacting Concrete: What is New? // Proceedings of Seventh CANMET/ACI International Conference on Superplasticizers and Other Chemical Admixtures In Concrete. Berlin, Germany. 2003. pp. 1–16.

Разработка высокочувствительного сенсора температуры на основе монокристалла Si (111)

Эргашев Шахриёр Хамудиллаевич, преподаватель;
Бекпулатов Илхом Рустамович;
Намазов Фуркат Аширбоевич, преподаватель;
Давронов Хужамкул Туракулович
Каршинский государственный университет (Узбекистан)

В настоящее время нельзя представить работу установок, приборов, агрегатов, а также целых технологических циклов производства изделий без помощи сенсора или датчиков различных технологических параметров. В большинстве случаев с помощью датчиков осуществляется автоматическое управление производственным процессом, если датчики обладают линейной рабочей характеристикой.

Особая чувствительность свойств полупроводниковых материалов к наличию незначительных примесей, темпе-

ратуре, давлению, воздействию электромагнитного излучения и т.д. широко используется при создании различных типов датчиков [1–3]. Термочувствительные элементы на основе кремния были получены в ряде работ [3–6]. В частности, исследованиями электрофизических свойств кремния, диффузионно-легированного марганцем, показана [3] возможность получения материала с высокой термочувствительностью. Однако как в [3], так и в других известных нам работах о датчиках температуры на основе кремния получали структуры, способные измерить темпе-

ратуру объектов лишь до 350–380 К. Это связано с тем, что при указанных температурах происходит ионизация примесных атомов и при более высоких температурах наступает собственная проводимость кремния. Другим недостатком термоэлементов на основе Si является нелинейность их температурной характеристики.

С целью создания на основе кремния датчика температуры, способного измерять более высокие температуры, мы выбрали p-i-n — структуры.

Для создания p-i-n — структур обычно используются следующие технологические методы: эпитаксиально-диффузионный, двухсторонне-эпитаксиальный и двухсторонне-диффузионный методы [7].

При изготовлении полупроводниковых приборов, в зависимости от типа легирующей примеси и используемой технологии в структурах образуются различные дефекты, ухудшающие качество диодов и их пробойные характеристики. Кроме того, при использовании высокотемпературных технологий, какими являются эпитаксиальные и диффузионные технологии создания p-i-n — структур, возможна активация примесей исходного материала, например атомов Na, которые могут создавать быстрые состояния, разнообразные ловушки [8], макроскопические флуктуации, ведущие к появлению хвостов плотности состояний [9], или же крупные неоднородности, во всяком случае при больших концентрациях порядка 10^{13}см^{-2} [10, 11]. Если волновые функции подобных состояний перекрываются, между ними становится возможным туннелирование. При высоких температурах возможно также тепловое возбуждение до края подвижности.

Поэтому для получения p-i-n — структуры мы выбрали метод ионной имплантации, не подвергающий образец высокотемпературному прогреву. Перед нами стояла задача создать термодатчик, удовлетворяющий следующим требованиям:

- 1) малые габариты;
- 2) высокая температурная чувствительность;
- 3) широкий диапазон измеряемых температур;
- 4) линейность температурной характеристики выходного сигнала датчика.

Последнее требование было связано с необходимостью использования датчика в качестве первичного прибора в составе системы для автоматического регулирования температуры технологических процессов. Выполнение этого требования обеспечивала универсальность датчика для использования в различных технологических процессах.

Для получения датчика, удовлетворяющего вышеуказанным требованиям необходимо было обеспечить максимальную степень легирования p- и n — слоев и создание резких границ p-i и i-n — переходов. Для получения таких резких переходов нами проводилась имплантация ионов P^+ и V^+ в разные стороны очищенных монокристаллов Si (111). Эксперименты проводились с образцами Si (111) p — типа с удельным сопротивлением $r=3000$ и $6000\text{ Ом}\cdot\text{см}$, с толщиной от 0,1 до 1 мм. При этом наиболее хо-

рошие характеристики были получены при использовании образцов Si с толщиной 0,1 мм.

Исходные образцы Si (111) перед проведением ионной имплантации тщательно очищались термическим прогревом в два этапа: длительно при 1200 К и кратковременно при $T=1500\text{ К}$. Имплантация ионов P^+ и V^+ проводилась на стандартной установке типа «Иона» при вакууме 10^{-5} Па. Причем для получения равномерного распределения внедрённой примеси по глубине нами приводилась последовательная имплантация ионов с поэтапным уменьшением энергии. Ионы P^+ имплантировались в Si (111) сначала с энергией $E_0=80\text{ кэВ}$ и дозой $D=1,8\times 10^{16}\text{см}^{-2}$, а затем с $E_0=20\text{ кэВ}$ и $D=1,8\times 10^{15}\text{см}^{-2}$. Ионы V^+ имплантировались последовательно с энергией $E_0=80\text{ кэВ}$ и $D=0,9\times 10^{16}\text{см}^{-2}$, затем с $E_0=25\text{ кэВ}$ и $D=3\times 10^{15}\text{см}^{-2}$ и с $E_0=10\text{ кэВ}$ и $D=1,8\times 10^{15}\text{см}^{-2}$. После каждого этапа имплантации проводился импульсный отжиг инфракрасным излучением с длиной волны $\lambda=1\text{ мкм}$. Длительность ИК-излучения составляла ~ единиц микросекунд.

Анализ профилей распределения атомов P и V, имплантированных в Si (111) с различной энергией и дозой облучения показал, что выбранные режимы ионной имплантации и последующего отжига для электрической активации обеспечивают получение ступенчатого распределения атомов P и V, а также резкую границу раздела между примесной и базовой областью Si. Оценка концентрации электрически активных атомов, проведенная с помощью метода электронной оже-спектроскопии показывает, что $N_p=10^{21}\text{см}^{-3}$, а $N_v=2\times 10^{21}\text{см}^{-3}$. Аналогичные результаты получаются, если после каждого этапа ионного легирования проводить отжиг импульсным лазерным излучением с плотностью энергии $W=3\text{ Дж}\cdot\text{см}^{-2}$ (длина волны $\lambda=1,06\text{ мкм}$, длительность импульсов ~10 наносекунд). Т. е. в результате подобной ионной имплантации удаётся получить p-i-n — структуру, с большой концентрацией электрически активных примесей и резкой границей между p-i и i-n областями Si. Отметим, что большая концентрация носителей в p и n — областях Si необходима также для того, чтобы сгладить температурную зависимость контактной области приборов на основе p-i-n — перехода. Исследование методом дифракции быстрых электронов кристаллической структуры поверхностей Si (111) после проведения указанной выше ионной имплантации и последующего отжига показало, что обе поверхности p-i-n-перехода имеют монокристаллическую структуру.

Полученная нами, таким образом, p-i-n — структура, представляет собой диод с дырочной проводимостью базовой i-области. Для изучения вольт-амперных характеристик p-i-n- диода, на обе поверхности кристалла наносились металлические контакты. Металлизация поверхности диода проводилась методом вакуумного осаждения атомов Ti и Ni на установке УВН-2М в условиях высокого вакуума при температуре подложки $T=600\text{ К}$. Причем сначала осаждались атомы Ti, а затем Ni. Толщина пленок TiNi на поверхностях p-i-n- структуры составляла 100–200Å.

На рис.1 приведены вольт-амперные характеристики полученного нами р-і-п-диода, снятые при разных температурах. Как видно из рисунка, ВАХ имеют традиционную форму, характерную для диодных структур и прямое падение напряжения на р-і-п- структуре зависит от температуры диода.

Изучение зависимости прямого падения напряжения U_{np} от температуры в процессе формирования р-і-п-структуры имплантацией ионов Р и ВвSi с постепенным

уменьшением энергии и дозы ионов и проведением импульсного отжига показало, что после проведения первого этапа ионной имплантации зависимость

$U_{np} = f(T)$ — не линейна. В результате проведения второго этапа ионной имплантации и отжига зависимость $U_{np} = f(T)$ становится линейной в области низких температур ≤ 250 К, и после проведения третьего этапа ионной имплантации и отжига эта зависимость становится линейной во всем диапазоне изменения температуры (рис.2).

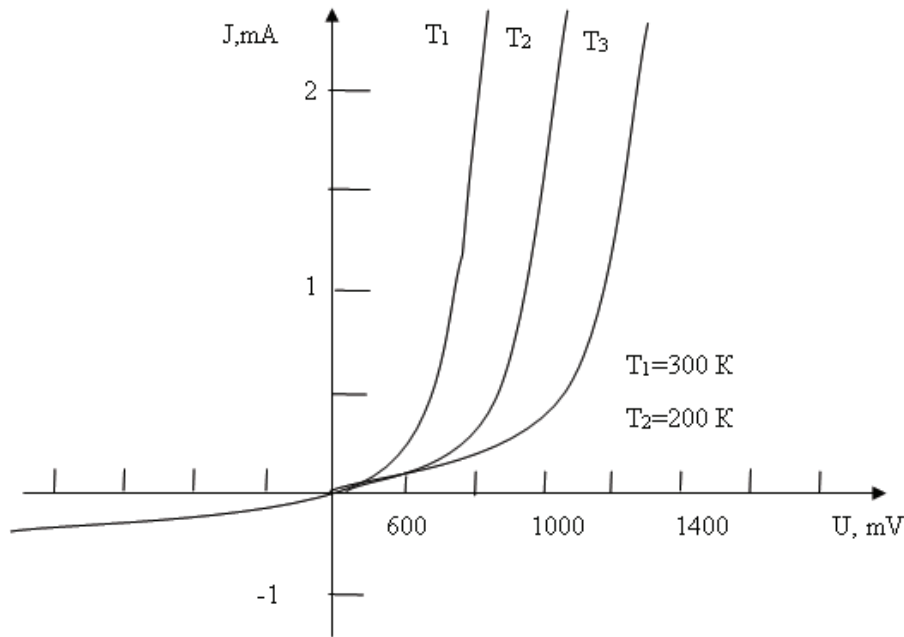


Рис.1. Вольт-амперные характеристики р-і-п –диода, снятые при разных T: 100, 200, 300K

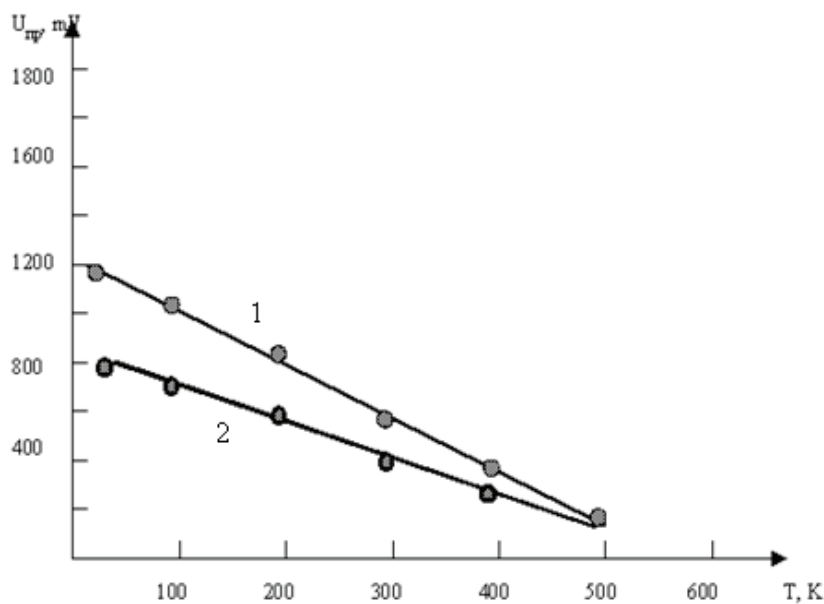


Рис.2. Зависимость прямого падения напряжения на р-і-п — переходе от температуры прогрева для Si (111) с удельным сопротивлением $\rho=6000$ Ом см (кривая 1) и 3000 Ом см (2)

Рабочая характеристика датчика также зависит от удельного сопротивления исходного кремния, т.е. определяется также процессами в базовой области р-і-п- диода. С уменьшением ρ исходного кремния, чувствительность датчика несколько понижается.

Таким образом, приведенные выше технологические режимы ионной имплантации и импульсного ИК отжига

являются оптимальными для получения термодатчика обладающего следующими параметрами:

- 1) диапазон измеряемых температур: от 20 до 500 К. Во всем диапазоне зависимость $U_{np} = f(T)$ — линейная;
- 2) температурная чувствительность составляет 2,1 мВ.К⁻¹;
- 3) ток питания от 100 мкА до 1 мА.

Литература:

1. Юлдашев, Ю. Ю., Рысбаев А. С., Хужаниязов Ж. Б., Рахимов А. М. Способ изготовления полупроводникового термодатчика. Патент РУз. № IAP 04779, 10.10.2013 г.
2. Нормурадов, М. Т., Рысбаев А. С., Гончарова И. Ю., Кухаренко Ю. А. Изменение плотности состояний валентных электронов полупроводников, имплантированных ионами низких энергий. // Радиотехника и электроника. 1989. № 4. с. 655–658.
3. Нормурадов, М. Т., Рысбаев А. С., Либенсон Б. Н. Особенности плазменных колебаний электронов в приповерхностном слое ионно-легированного кремния. // Поверхность. 1989. № 5. с. 100–103.
4. Либенсон, Б. Н., Нормурадов М. Т., Рысбаев А. С. Особенности возбуждения электронов в ионно-имплантированном полупроводнике. // Физика и техника полупроводников. 1990. т. 24 № 1. с. 166–170.
5. Рысбаев, А. С., Нормурадов М. Т., Юлдашев Ю. Ю., Насридинов С. С. Влияние имплантации ионов низких энергий на плотность состояний валентных электронов кремния. // Радиотехника и электроника. 1997. № 2. с. 240–242.
6. Рысбаев, А. С., Нормурадов М. Т., Насридинов С. С., Адамбаев К. А. Свойства силицидных пленок, созданных низкоэнергетической имплантацией ионов металла в кремний. // Радиотехника и электроника. 1997. т. 42. № 1. с. 125–128.
7. Мирзабаев, М. М., Расулов К., Комилов А., Юсупова Р. Д. Определение рекомбинационных параметров гетероструктур на основе системы GaAs-AlGaAs-кремневых фотопреобразователей. // Гелиотехника. 2000. № 1. с. 91.
8. DiMaria, D. J. Capture and release of electron and Na⁺ — related trapping sites in the SiO₂ layer of metal-oxide-semiconductor structures at temperature between 77 K and 296 K. // J. Appl. Phys. 1981. v.52. p. 7251.
9. Harstein, A. and Fowler A. B. High temperature variable range hopping conductivity in silicon inversion layers. // J. Phys. 1975. с. 8. L. 249.
10. Bottoms, W. R. and Gureman D. Electron beam probe studies of semiconductor — insulator interfaces. // J. Vac. Sce and Technol. 1974. v. 11. p. 965.
11. Андо, Т., Фаулер А., Стерн Ф. Электронные свойства двумерных систем. Пер. под. Ред. Ю. В. Шмарцева. /М.: Мир 1985. 415с.

Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 6 (86) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Г. Д.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Авдеюк О. А.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
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.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенюшкин Н. С.
Ткаченко И. Г.
Яхина А. С.

Ответственные редакторы:

Кайнова Г. А., Осянина Е. И.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: 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:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

E-mail: info@moluch.ru

<http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4