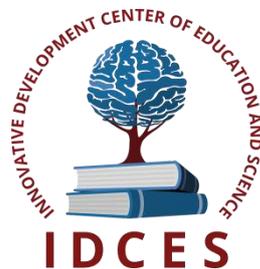


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Вопросы технических наук: новые подходы
в решении актуальных проблем**

Выпуск V

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 июня 2018 г.)**

г. Казань

2018 г.

**Издатель Инновационный центр развития образования и науки
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород**

УДК 62(06)
ББК 30я43

Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем. / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 5. г. Казань, – НН: ИЦРОН, 2018. 68 с.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Аракелян Э.К. (г. Москва), кандидат технических наук Белоусов М.В. (г. Екатеринбург), доктор физико-математических наук, профессор Будагян И.Ф. (г. Москва), доктор технических наук Бунаков П.Ю. (г. Коломна), кандидат технических наук Валеев А.Р. (г. Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Л. И. (г. Саратов), профессор, академик МАНЭБ, заслуженный ветеран СО РАН Галкин А. Ф. (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова В.В. (г. Пенза), кандидат педагогических наук Давлеткиреева Л.З. (г. Магнитогорск), доцент доктор технических наук, профессор Дадашев М.Н. (г. Москва), доктор технических наук, профессор Денисов В.Н. (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров А. Б. (г. Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов М.Ж. (Узбекистан, г. Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Р.П. (г. Волгоград), кандидат технических наук Иванов В.И. (г. Москва), кандидат технических наук Ключева И.В. (г. Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко В.Т. (г. Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский С.В. (Украина, г. Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Ю. А. (г. Москва), кандидат физико-математических наук Лапушкин Г.И. (г. Москва), кандидат технических наук Мостовой А.С. (г. Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Н.И. (Белоруссия, г. Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин В.В. (г. Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко О.В. (г. Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Г. В. (г. Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Я.А. (г. Волгоград), кандидат технических наук Решетняк С. Н. (г. Москва), инженер, аспирант Рычков Е.Н. (Франция, г. Пуатье), доктор химических наук Хентов В.Я. (г. Новочеркасск).

В сборнике научных трудов по итогам V Международной научно-практической конференции **«Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем»**, г. Казань представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Статьи, принятые к публикации, размещаются в полнотекстовом формате на сайте eLIBRARY.RU.

Оглавление

СЕКЦИЯ №1. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	6
СЕКЦИЯ №2. ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)	6
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ В КАМЕРЕ ЯМНОГО ТИПА Иконников П.Е., Харченко В.Ю.	6
ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССОВ НАГРЕВА В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ Матвейкин В.Г., Дмитриевский Б.С., Башкатова А.В., Саиф М.Н.М.	8
СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)	10
СЕКЦИЯ №4. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)	11
К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ И РЕМОНТЕ ДЕТАЛЕЙ Бондаренко Ю.А., Санина Т.М., Штоколов А.Ю.	11
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ Каземирова Ю.К., Дульнев Н.Н., Сафонов Ю.М., Благодаров Д.А.	13
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИЙ ТОНКОСТЕННЫХ ТРУБ ПРИ ИХ ГИБКЕ С РАСКАТЫВАНИЕМ Халиулин Е.В.	16
СЕКЦИЯ №5. ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)	20
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ Гареев А.А.	20
РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПГУ-110 В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА Ильин Р.А., Атдаев Д.И., Бондарев В.В.	31
СЕКЦИЯ №6. ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)	37
РЕАЛИЗАЦИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ИЗМЕРИТЕЛЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА НА ВАЛУ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ БУРОВЫХ УСТАНОВОК Быков И.Ю., Заикин С.Ф.	37
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТДЕЛЕНИЯ КРУПНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОТ МАССИВА ДИСКОВЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ В СВОБОДНОМ УСТУПНОМ РЕЖИМЕ РАЗРУШЕНИЯ Полкунов Ю.Г., Лобода М.Ю.	41

СЕКЦИЯ №7. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	44
СЕКЦИЯ №8. ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)	44
СЕКЦИЯ №9. АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)	44
СЕКЦИЯ №10. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)	45
МАЛОЭТАЖНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ В ГОРОДЕ КИРОВЕ Копосова А.Е., Вологжанина С.А.	45
ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ЗАЛОГ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ Легезина А.С., Коренькова Г.В.	48
СОВРЕМЕННЫЕ ТОРГОВЫЕ ЦЕНТРЫ В ГОРОДАХ РОССИИ Михеев С.А.....	50
ОСОБЕННОСТИ ИЗЪЯТИЯ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ НУЖД НА ТЕРРИТОРИИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ Орбелян Г.А., Зверева М.А.	51
СЕКЦИЯ №11. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)	53
АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИДЕНТИФИКАЦИИ ИНДЕКСА РАСПЛАВА ПОЛИЭТИЛЕНА Гильванова А.М.	53
СЕКЦИЯ №12. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)	56
СЕКЦИЯ №13. ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)	56
СЕКЦИЯ №14. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)	57
СЕКЦИЯ №15. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)	57
СЕКЦИЯ №16. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)	57
СЕКЦИЯ №17. ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)	57

СЕКЦИЯ №18.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)	57
СЕКЦИЯ №19.	
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08).....	57
СЕКЦИЯ №20.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)	57
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЭЛЕМЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ИХ ВИЗУАЛЬНОГО КАЧЕСТВА	
Воронцов Е.А.	57
О РАЗВИТИИ И СОЗДАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСАВТОИНСПЕКЦИИ	
Голодков Ю.Э., Власов И.Н.	60
РАЗРАБОТКА ПО, МОДЕЛИРУЮЩЕГО МНОГОКАНАЛЬНУЮ СИСТЕМУ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	
Логинов А.А., Збандут М.О., Ефремов М.С.	62
СЕКЦИЯ №21.	
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08).....	65
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2018 ГОД.....	66

СЕКЦИЯ №1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ В КАМЕРЕ ЯМНОГО ТИПА

Иконников П.Е., Харченко В.Ю.

ТГТУ, РФ, г. Тамбов

Технологические процессы производства строительных материалов являются сложными объектами управления. Эта сложность выражается прежде всего в многомерности и многосвязности. Независимые переменные технологических процессов подвергаются возмущающим воздействиям, причем из-за взаимосвязанности параметров изменение одной или нескольких независимых переменных приводит к изменению многих зависимых величин. Восстановление номинального режима достигается за счет соответствующего воздействия на процесс также со стороны независимых переменных[1].

Процесс ТВО ЖБИ в пропарочных камерах характеризуется следующими особенностями:

- периодическим характером, исключая статические режимы производства изделий и автоматизации его только на базе систем стабилизации;
- распределенностью в пространстве многих выходных координат и сосредоточенностью управляющих воздействий;
- большим числом взаимосвязанных выходных технологических координат объекта управления;
- слабой изученностью большинства физико-химических и тем более механических процессов протекающих при ТВО ЖБИ, что затрудняет оперативное определение или вычисление выходных координат объекта;

В связи с этим создание эффективных алгоритмов и СУ процессом ТВО является сложной задачей, которая требует проведения комплексных научных исследований, основанных на методах имитационного моделирования и оптимального управления.

Математическая модель (ММ) построена по модульному принципу и состоит из взаимосвязанных математических описаний процессов протекающих в изделиях и паро-воздушном объеме установки.

При выводе математической модели динамики процесса ТВО бетонных и железобетонных изделий в камере ямного типа принимаются следующие допущения [2]:

1. Концентрация пара в воздухе, а также температура паровоздушной смеси одинакова по всему объему камеры.
2. Теплоемкость пара, воздуха и конденсата постоянна и не зависит от температуры.
3. Во время охлаждения скорость паровоздушной смеси постоянна и одинакова во всем объеме камеры.
4. Воздух и пар подчиняются законам идеальных газов.
5. Теплофизические характеристики ограждений камеры постоянны.
6. Тепло в изделиях и в ограждениях камеры распространяется только с помощью теплопроводности.
7. Изделие представляется как изоморфное тело: арматура и грубодисперсные заполнители не влияют на распределение тепла по пространственным координатам.
8. Содержание паров воды в воздухе, поступающих в камеру из окружающей среды равно нулю.

Рассмотрим математическую модель в паровоздушном объеме камеры более подробно. Математическая модель паровоздушной среды состоит из уравнений материального баланса и уравнения

энергетического баланса для воздушной массы в соответствии с начальными и граничными условиями и уравнениями связи.

Материальный баланс по пару для паровоздушной среды камеры записывается следующим образом :

$$\frac{dM_{пв}}{d\tau} = G_{п} + G_{в}^{вх} - G_{в}^{вых} - G_{ж}, \quad (1)$$

с начальным условием вида [3]:

$$M_{пв}(0) = M_{пв}^0, \quad (2)$$

где $M_{пв}$ - масса пара в камере в начальный момент времени, кг; $G_{п}$ - масса пара, поступающего в камеру в единицу времени, кг/с; $G_{в}^{вх}$ -масса воздуха поступающего в камеру в единицу времени, кг/с; $G_{в}^{вых}$ - масса воздуха, уходящая через вытяжной канал в режиме охлаждения в единицу времени, кг/с; $G_{ж}$ -масса конденсата, уходящая в гидрозатвор пола в единицу времени, кг/с.

Масса конденсата, уходящая в гидрозатвор пола в единицу времени находится [3]:

$$G_{ж} = G_{п}, \quad (3)$$

Масса пара, поступающего в камеру в единицу времени, определяется [3]:

$$G_{п} = \mu_1 \cdot Kv_1 \cdot \sqrt{P_{п} - P_{к}}, \quad (4)$$

где μ_1 - степень открытия клапана; Kv_1 - коэффициент пропускной способности клапана; $P_{к}$ - давление в камере, Па.

Масса воздуха поступающего в камеру в единицу времени, определяется [14]:

$$G_{в}^{вх} = \mu_2 \cdot Kv_2 \cdot \sqrt{P_{в} - P_{к}}, \quad (5)$$

где μ_2 - степень открытия клапана; Kv_2 - коэффициент пропускной способности клапана.

Масса воздуха, уходящая через вытяжной канал в единицу времени вычисляется [3]:

$$G_{в}^{вых} = \mu_3 \cdot Kv_3 \cdot \sqrt{P_{к} - P_{а}}, \quad (6)$$

где μ_3 - степень открытия клапана; Kv_3 - коэффициент пропускной способности клапана.

Уравнение энергетического баланса для паровоздушной массы камеры записывается следующим образом [3]:

$$c_{пв} \frac{d(M_{пв} \cdot t_{пв})}{d\tau} = G_{п} \cdot i_{п} + G_{в}^{вх} \cdot t_{в}^{вх} \cdot c_{в} - G_{в}^{вых} \cdot c_{в} \cdot t_{в}^{вых} - G_{ж} \cdot c_{ж} \cdot t_{ж} - K_1 \cdot F_1 \cdot (t_{пв} - t_{oc}) - K_2 \cdot F_2 \cdot (t_{пв} - t_{п}), \quad (7)$$

с начальным условием вида [3]:

$$M_{пв}(0) \cdot t(0) = M_0 \cdot t_0, \quad (8)$$

где $c_{пв}$, $c_{в}$, $c_{ж}$ - теплоемкости паровоздушной массы, воздуха, жидкости Дж/(кг °C); F_1, F_2 - площадь поверхности теплообмена м²; K_1, K_2 -коэффициенты теплопередачи; $t_{пв}$ -температура паровоздушной среды, t_{oc} - температура окружающей среды, $t_{п}$ - температура плит.

Уравнение энергетического баланса пара в камере [3]:

$$c_{п} \cdot M_{п} \frac{d \cdot t_{п}}{d\tau} = K_2 \cdot F_2 \cdot (t_{пв} - t_{п}), \quad (9)$$

с начальным условием:

$$t_{п}(0) = t_{п}^0, \quad (10)$$

где $c_{п}$ - теплоемкость плиты, $t_{п}$ -температура плиты.

Давление в камере определяется [3]:

$$P_{к} = \begin{cases} \frac{M_{пв} \cdot (t_{пв} + 273) \cdot R}{v_{пв} \cdot \mu_1}, & \mu_1 \neq 0; \mu_2 = 0 \\ \frac{M_{пв} \cdot (t_{пв} + 273) \cdot R}{v_{пв} \cdot \mu_2}, & \mu_2 \neq 0; \mu_1 = 0 \end{cases}, \quad (11)$$

где R - универсальная газовая постоянная.

Объем паровоздушной среды в камере находится [3]:

$$V_{пв} = \begin{cases} \frac{M_{пв}}{\rho_{п}}, \mu_1 \neq 0; \mu_2 = 0 \\ \frac{M_{пв}}{\rho_{в}}, \mu_2 \neq 0; \mu_1 = 0 \end{cases}, \quad (12)$$

Энтальпия пара вычисляется [3]:

$$i_{п} = f(P_{п}). \quad (13)$$

Таким образом, в статье приведено математическое описание процессов протекающих в паровоздушном объеме камеры являющимся одним из блоков общей математической модели тепловлажностной обработки железобетонных изделий.

Список литературы

1. Производство сборных железобетонных изделий. Справочник. Под ред. К.В. Михайлова. - М., Стройиздат, 1989.
2. Марьямов Н.Б. Тепловая обработка изделий на заводах сборного железобетона. М., 1970
3. Фролов С.В., Лагутин А.В. Математическая модель тепловлажностной обработки бетонных и железобетонных изделий в камерах ямного типа/ Тамб. гос. техн. ун-т. Тамбов, 1996. 24с. Деп. в ВИНТИ 20.09.96, №2844-В96.

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССОВ НАГРЕВА В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Матвейкин В.Г., Дмитриевский Б.С., Башкатова А.В., Саиф М.Н.М.

ФГБОУ ВО ТГТУ, РФ, г. Тамбов

Математические модели технических систем применяются для выбора оптимальных режимов их работы, построения систем автоматического управления. При переходе к оптимизации технической системы требуется знание их характеристик. Для этого строят математические модели, в уравнения которых входят конструктивные и режимные параметры объекта. Методы составления таких уравнений заключаются в теоретическом анализе происходящих явлений.

Технические объекты можно разделить на объекты с сосредоточенными параметрами и распределенными, состояние которых характеризуется параметрами, распределенными в пространстве. К такому классу технических систем относятся многие производственные процессы, например, нагрев металла, пластмасс и др.

Методы построения моделей систем с сосредоточенными параметрами довольно хорошо развиты, однако адекватность таких моделей низка. Это объясняется тем, что реальные технические объекты являются сложными системами, математическое описание, которых не может быть втиснуто в рамки обыкновенных дифференциальных уравнений. Таким образом, возникла необходимость дальнейшего развития методов построения моделей процесса нагрева объектов с распределенными параметрами. Это направление находит практическое применение во многих технических приложениях.

Требования, предъявляемые к ведению процесса нагрева, состоят в следующем: в течение всего процесса температура не должна превышать некоторой величины, в конечный момент времени нагрева температура должна быть равна заданной. Производительность технической системы, в основном, определяется длительностью нагрева, поэтому стремление к минимальному времени нагрева должно быть согласовано с вышеперечисленными требованиями.

На практике закон изменения управляющего воздействия, обеспечивающий меньшую продолжительность нагрева, часто подбирают экспериментально. Использование математической модели позволяет иначе подойти к исследованию процесса нагрева и разрешить на стадии проектирования установки те проблемы, для решения которых раньше могли быть использованы лишь интуиция и опыт. Такой подход открывает новые возможности повышения производительности технологического оборудования, улучшения качества продукции и совершенствования организации труда. Этим определяется

большое народнохозяйственное значение и актуальность создания систем оптимального управления и их техническая реализация.

На практике реализация оптимального управляющего воздействия может быть выполнена лишь приближенно. Степень приближения и, следовательно, качество управления тем выше, чем сложнее технические средства, применяемые для реализации найденного управляющего воздействия. Но чем сложнее система, тем из большого числа элементов она состоит, что приводит к увеличению ее стоимости, уменьшению надежности и т.п.

Задачу оптимального управления процессом нагрева сформулируем следующим образом. При произвольных возмущениях, определить такое реализуемое управляющее воздействие, при котором длительность нагрева до заданной температуры будет минимальной, и будут выполняться все ограничения, наложенные на переменные.

Возмущающее воздействие часто представляет собой температуру окружающей среды, которая меняется во времени. Если процесс нагрева является периодическим процессом с небольшим временем периода, то в течение одного периода температура окружающей среды изменяется незначительно, следовательно, возмущение можно представить, как изменение начальных условий для каждого периода. Вследствие этого, возникает задача построения такой системы, которая была бы оптимальной и в то же время нечувствительной к малым возмущающим воздействиям.

Для нахождения оптимального управляющего воздействия необходимо знание математической модели объекта, под которой понимается совокупность математических и логических действий, указывающий соответствие между множеством входных и выходных координат.

Коэффициенты модели определяем при решении обратной задачи процесса нагрева, которая, как правило, является неустойчивой. В этом случае точность модели слабо зависит от значений коэффициентов, рассчитанных при некоторых начальных условиях, однако она может оказаться весьма чувствительной к изменениям начальных условий, т.е. к возмущениям.

Ставится задача: построить математическую модель рассматриваемого процесса. Для этого надо выбрать структуру модели и найти ее коэффициенты. Из анализа конкретного процесса нагрева, выбирается структура модели: наиболее часто собственно процесс нагрева описывается уравнением теплопроводности, а теплообмен с окружающей средой происходит по закону Стефана-Больцмана с учетом конвекции или по закону Ньютона.

Изделия, полученные в процессе нагрева, в зависимости от назначения должны иметь определенное качество. Все эти свойства в большой степени зависят от условий нагрева и температурного поля в материале. В случае отклонений от установленной температуры нагрева неизбежен брак.

Для линейных задач с линейными граничными условиями можно получать решения аналитическими методами, среди которых наиболее известны классические методы и методы интегральных преобразований. Из классических методов решения уравнения теплопроводности распространен метод Фурье, который состоит в том, что находится совокупность частных решений, удовлетворяющих уравнению и граничным условиям, а затем по принципу наложения составляют ряд из этих решений. Коэффициенты находятся из начальных условий. Решения, получаемые классическими методами, не всегда удобны для практического использования, т.к. представляют собой бесконечный ряд.

Часто линейное уравнение теплопроводности с линейными граничными условиями решают следующим образом. Посредством преобразования Лапласа по одной из переменных совершается переход из пространства оригиналов в пространство изображений, что приводит к замене уравнения теплопроводности обыкновенным дифференциальным уравнением. После решения уравнения в изображениях, производится обратное преобразование Лапласа, которое и приводит к решению первоначальной задачи. Существуют и другие интегральные преобразования, например, Ханкеля и т.д. Если изменение переменных происходит в конечной области, то применяют конечные интегральные преобразования.

Вышеперечисленные методы позволяют решать сравнительно узкий круг задач. При решении нелинейного уравнения теплопроводности с нелинейными граничными условиями, точное решение можно получить лишь в частных случаях. Рассмотрим приближенный метод решения прямой нелинейной задачи теплопроводности, основанный на кусочно-линейной или кусочно-ступенчатой аппроксимации граничной функции и зависимости температуры от координаты с последующим разбиением их по временным интервалам и расчетным слоям. Решение на каждом интервале находится при помощи классических или других методов, в предположении, что теплофизические коэффициенты изменяются в зависимости от

температуры скачкообразно при переходе от одного участка разбиения к другому. Для получения общего решения используется метод припасовывания.

При рассмотрении задач с нелинейными граничными условиями аналитические методы наталкиваются на большие трудности. В этом случае наиболее эффективны численные методы решения.

Можно указать два основных численных метода для решения уравнения теплопроводности, метод сеток или конечных разностей и метод прямых. В методе прямых уравнение теплопроводности аппроксимируется системой обыкновенных дифференциальных уравнений, которые в нелинейном случае приходится решать численным методом, а в методе сеток – системой конечно-разностных уравнений. Как известно разностные схемы разделяются на два класса: явные и неявные. Явные схемы позволяют легко вычислять значения искомого решения в узлах сетки. Но они имеют большой недостаток: для того чтобы они были устойчивы, необходимо налагать сильные ограничения на сетку. Неявные схемы свободны от этого недостатка, но при их использовании приходится решать систему алгебраических уравнений с большим числом неизвестных. Эффективным методом решения таких систем является метод прогонки.

Задача идентификации состоит в определении коэффициентов уравнений математической модели по известному решению. Такая задача для дифференциальных уравнений называется обратной, в отличие от обычной задачи интегрирования, когда заданы начальные и граничные условия и требуется найти решение.

Характерной особенностью многих обратных задач является то, что они некорректно поставлены. Считается, что задача поставлена корректно, если выполняются следующие требования: решение задачи существует, решение задачи единственно, бесконечно малым изменениям исходных данных, соответствует бесконечно малое изменение решения, т.е. решение непрерывно зависит от данных задачи. Условие непрерывной зависимости решения от начальных данных задачи иногда называют устойчивостью.

Рассмотрим методы решения обратных задач. Можно выделить три основных метода решения обратных задач: непосредственная минимизация невязки, выделение множества корректности, построение регуляризующего алгоритма.

Широко распространенный приближенный метод решения обратной задачи – это метод непосредственной минимизации невязок. Математическая сущность его состоит в том, что решается прямая задача для некоторого подкласса решений и решение выбирается таким, чтобы минимизировать невязку. Чаще всего в расчетах используется пространство интегрируемых с квадратом функций.

Если имеется набор исходных экспериментальных данных, снятых при различных начальных условиях и возмущениях, то коэффициенты уравнений, найденные из условия минимизации справедливы, строго говоря, только для тех начальных условий, при которых они рассчитывались. Распространить их на любые начальные условия можно лишь для устойчивых задач, т.е. мы не знаем, принадлежит ли точное решение множеству, определяемому принятой структурой модели.

Неустойчивость получаемого решения обуславливается тем, что решение ищется в слишком широком классе функций. Для того, чтобы задача была устойчива, необходимо сузить множество, на котором сохраняется устойчивость, оно называется множеством корректности.

Большое распространение для решения неустойчивых обратных задач получил метод регуляции, суть которого заключается в том, что решение неустойчивой задачи, рассматривается как предел решений специальным образом построенной последовательности устойчивых задач. Метод регуляции основан на стабилизации невязки. В данной постановке исходят из того, что известны не только приближенные входные данные, но и та точность, с которой они заданы. Выбор параметра регуляризации существенно зависит от информации относительно приближенного значения входных данных.

Подведя итог, можно сказать, что, решая обратную задачу по первому методу можно получить решения точно соответствующие экспериментальным данным, но неустойчивые. По второму методу можно получить устойчивое решение, но тем больше отличающееся от экспериментального чем больше ограничения, наложенные на множество рассматриваемых функций. По третьему методу получаем устойчивое приближение к истинному решению с точностью задания экспериментальных данных. При этом класс рассматриваемых функций не сужается.

СЕКЦИЯ №3.

ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ И РЕМОНТЕ ДЕТАЛЕЙ

Бондаренко Ю.А., Санина Т.М., Штоколов А.Ю.

БГТУ им. В.Г. Шухова, РФ, г. Белгород

Обработка заготовок и деталей фрезерованием является одним из наиболее часто используемых способов при изготовлении, восстановлении и ремонте. Фрезерование нашло широкое применение в машиностроении. Фрезерование является одним из наиболее распространённых и высокопроизводительных способов механической обработки резанием. Обработка производится многолезвийным инструментом - фрезой. При фрезеровании главное движение резания - вращение инструмента, движение подачи - перемещение заготовки, на карусельно - фрезерных и барабанно-фрезерных станках движение подачи может осуществляться вращением заготовки вокруг оси вращающегося барабана или стола, в отдельных случаях движение подачи может осуществляться перемещением инструмента (копировальное фрезерование). Фрезерованием обрабатываются горизонтальные, вертикальные, наклонные плоскости, фасонные поверхности, уступы и пазы различного профиля. Особенностью процесса резания при фрезеровании является то, что зубья фрезы не находятся в контакте с обрабатываемой поверхностью всё время. Каждое лезвие фрезы последовательно вступает в процесс резания, изменяя толщину срезаемого слоя от наибольшей к наименьшей, или наоборот. Одновременно в процессе резания могут находиться несколько режущих кромок. Это вызывает ударные нагрузки, неравномерность протекания процесса, вибрации и повышенный износ инструмента, повышенные нагрузки на станок [1, 3].

В настоящее время в условиях рыночных отношений на развитие народнохозяйственного комплекса России значительное влияние оказывает внедрение прогрессивных технологий, новейшего оборудования и способов эксплуатации промышленного оборудования. Актуальными являются вопросы экономии ресурсов, повышения производительности оборудования, которое находится в эксплуатации. Развитие науки и техники дало возможность производить машины, которые имеют большие габариты. Как правило, машиностроительные предприятия доставляют в эксплуатирующие организации технологические машины больших габаритных размеров и массы, произведенные блоками, и в процессе сборки и монтажа этих изделий получают оборудование для производства различной продукции материалов. Как правило, для взаимосвязи таких блоков необходимо производить определенный объем работ, таких как предмонтажная, монтажная и послемонтажная пригонка и регулирование, а в некоторых случаях и механическую обработку сопрягаемых поверхностей [2].

На основании исходных данных, полученных в результате проведения исследования процесса потери работоспособности деталей, имеющих зубчатые поверхности с большим модулем, которые входят в состав технологического оборудования, разрабатывается техническое задание на станок, который можно использовать, не проводя демонтаж изношенных деталей, для ремонта и восстановления заданных параметров, таких как требуемая точность и шероховатость поверхностей. На основании технического задания и технического предложения проектируется станок с учетом специфичных вопросов, таких как определение траектории движения обрабатывающего инструмента в зависимости от метода и способа обработки поверхности конкретной детали; определение возможности перенастройки на другой инструмент с целью получения требуемой в соответствии с конструкторской документацией точности и шероховатости обрабатываемой поверхности. Необходимо принять решение об установлении метода и способа базирования станка и обрабатываемой детали. Нужно провести расчёты силы резания, нагрузок на звенья кинематической цепи, расчёт требуемой мощности и другие, а после разработки комплекта конструкторской документации решить задачи обеспечения требуемого качества ремонтируемой детали станком, и с этой целью необходимо определить погрешность базирования станка относительно обрабатываемой поверхности детали с целью уменьшения погрешности. Требуется выяснить возможность обеспечения заданной точности обработки, показать динамические особенности станка. На следующем этапе надо установить связи между статической настройкой станка и формообразующими движениями и установить влияние особенностей вращения детали на изменение положения ее оси в пространстве в зависимости от перемещения применяемого инструмента [2].

Таким образом, для восстановления требуемой формы зубьев крупногабаритного зубчатого колеса с обеспечением заданной шероховатости и точности размеров был разработан нестационарный станок, который может быть использован при ремонтном восстановлении профиля зуба крупногабаритных зубчатых колес вращающихся промышленных агрегатов [4-6]. Применение данного станка направлено на обеспечение заданной точности обработки профиля зуба за счет увеличения жесткости конструкции. Зубофрезерный станок (рис.1) включает в себя корпус с регулируемыми опорами для крепления на ремонтируемое зубчатое колесо и механизмами продольного перемещения и вращения фрезы. Регулируемые опоры на наружных поверхностях на уровне делительной окружности зубчатого колеса снабжены стягивающей планкой. Зубофрезерный станок имеет корпус 1 с механизмом продольного перемещения 2 и механизмом вращения 3 фрезы 4. В составе корпуса присутствуют регулируемые опоры 5 для закрепления всего механизма на зубчатом колесе. Регулируемые опоры к зубчатому колесу крепятся с помощью болтов 6. На наружных поверхностях регулируемых опор на уровне делительной окружности зубчатого колеса также с помощью болтов 8 закрепляется стягивающая планка 9. Крепление стягивающей планки на наружных поверхностях регулируемых опор на уровне делительной окружности обусловлено возникновением в этой зоне вибрации, регулируемые опоры в этом месте расходятся. Корпус 1 выставляется и крепится относительно поверхности обрабатываемого зуба на зубчатом колесе 7, он закреплен болтами 6, с помощью регулируемых опор 5 и фрезой 4. Выверка точности монтажа станка относительно восстанавливаемой поверхности зуба осуществляется методом пробных проходов фрезы по длине зуба. После достижения нужного результата производится окончательное закрепление станка с помощью регулируемых опор 5 и стягивающей планки 9, закрепленной болтами 8 на наружных поверхностях регулируемых опор на уровне делительной окружности зубчатого колеса. При включении станка фреза получает вращение от механизма вращения, перемещаясь вдоль ремонтируемой поверхности зуба зубчатого колеса при помощи механизма продольного перемещения. Стягивающая планка не позволяет регулируемым опорам корпуса расходиться во время обработки в случае возникновения вибраций, таким образом, увеличивая жесткость конструкции станка.

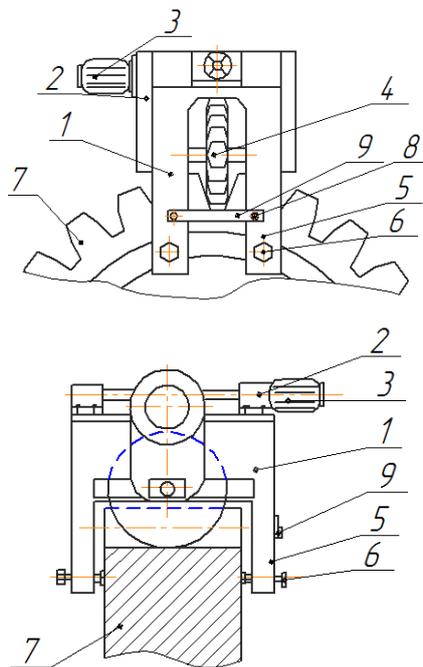


Рис.1. Зубофрезерный станок

Внедрение зубофрезерного станка позволит обеспечить восстановление поверхности зуба различной длины, модуля и диаметра с требуемой точностью.

Список литературы

1. Федоренко М.А., Процессы формообразования и инструменты/ М. А. Федоренко, Ю. А. Бондаренко, А.А. Погонин, Т.М. Санина, В.Я. Дуганов. - Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 440 с.

2. Прогрессивные машиностроительные технологии, оборудование и инструменты. Амбросимов С.К., Бондаренко Ю.А., Верещака А.С., Верхотуров А.Д., Киричек А.В., Козлов А.М., Ковалева Е.В., Лобанов И.Е., Малютин Г.Е., Мокрицкая Е.Б., Мокрицкий Б.Я., Морозова А.В., Мусаев А.А., Нагоркин М.Н., Нагоркина В.В., Рыбак Л.А., Саблин П.А., Севастьянов Г.М., Федоренко М.А., Федоров В.П. и др. Коллективная монография / Москва, 2016.
3. Технология сельскохозяйственного машиностроения. Федоренко М.А., Дуюн Т.А., Бондаренко Ю.А., Погонин А.А. Учебник / Москва, 2018. Сер. Высшее образование: Бакалавриат (2-е издание, стереотипное)
4. Приставные и передвижные фрезерные станки для ремонтной обработки крупногабаритных изделий. Санина Т.М., Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А. В книге: актуальные вопросы технических наук: теоретический и практический аспекты. Уфа, 2015. С. 66-80.
5. К вопросу применения новой технологии восстановительной обработки зубчатых венцов. Бондаренко Ю.А., Якубенко А.Н. В сборнике: Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации материалы X-ой Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: А.А.Горохов. 2013. С. 56-58.
6. Механическая обработка крупногабаритных зубчатых колес без демонтажа с агрегата. Бондаренко Ю.А., Санина Т.М., Смирных А.П., Дмитриев В.В. Технология машиностроения. 2013. № 2. С. 43-45.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Каземирова Ю.К., Дульнев Н.Н., Сафонов Ю.М., Благодаров Д.А.

Национальный исследовательский университет «МЭИ» г. Москва

При эксплуатации электродвигателя очень важно учитывать его температурный режим, так как это сказывается на сроке его службы. В данной статье предлагается использовать нейронную сеть для оценки температуры двигателя.

Ключевые слова: температура, электродвигатель, нейронная сеть.

В продолжительных режимах работы важно учитывать температуру обмоток электродвигателя, которая не должна превышать предельную, установленную в соответствии с ГОСТ 8865-93 для классов нагревостойкости изоляционных материалов. Для проверки двигателя по нагреву существуют прямой и косвенные методы. Хотя прямой метод является самым точным, в нем приняты допущения, которые не учитывают неоднородность двигателя по материалу, непостоянство теплоемкости и теплоотдачи, которые зависят от скорости вращения двигателя.

В данной работе для оценки температуры предлагается использовать нейронную сеть, которая хорошо себя зарекомендовала при работе с недетерминированными объектами управления. На вход нейронной сети подаются следующие показания с датчиков: частота вращения, время работы двигателя на заданной частоте, начальная температура, момент сопротивления. Таким образом, составляется таблица для входа нейронной сети, в которой рассчитанная температура одного участка является начальной температурой для следующего.

Процесс обучения нейронной сети происходит на множестве соответствующего набора входов и выходов, в данной задаче выход один— температура. Как только нейронная сеть завершит обучение на подготовленных входных данных, она образует обобщение отношений ввода-вывода и может быть использована для точных прогнозов выходов по ранее неизвестным входам.

Для составления таблицы обучения нейронной сети были использованы результаты экспериментов, где температура снималась с датчика температуры КТУ-84. Данный датчик выполнен в виде тонких пластинок, которые равномерно распределены внутри двигателя. Такая конструкция позволяет учитывать неравномерность распределения температуры.

В качестве испытуемой машины взят трехфазный асинхронный двигатель фирмы Siemens 1A1112B.

Двигатель управляется преобразователем частоты фирмы Siemens PM250. Для разных частот и нагрузок сняты температурные характеристики электродвигателя. Результаты эксперимента представлены на рисунке 1. В первый момент времени двигатель крутится на частоте 50Гц и с помощью нагрузочной машины к нему приложена нагрузка 15 Н·м; в момент времени t_1 к двигателю прикладывается нагрузка 19,7 Н·м и он продолжает вращаться на той же частоте. В момент равный t_2 задается частота 0 и двигатель начинает тормозиться выбегом. Аналогичным образом получены температурные характеристики при различных заданиях на частоту и с разными моментами сопротивления. По результатам исследований можно сделать вывод, что постоянная нагрева меняется в процессе эксплуатации и зависит от частоты вращения, нагрузки и условий окружающей среды. Нейронная сеть адаптируется под эти изменения, тем самым делая прогнозирование точнее, чем расчетный метод.

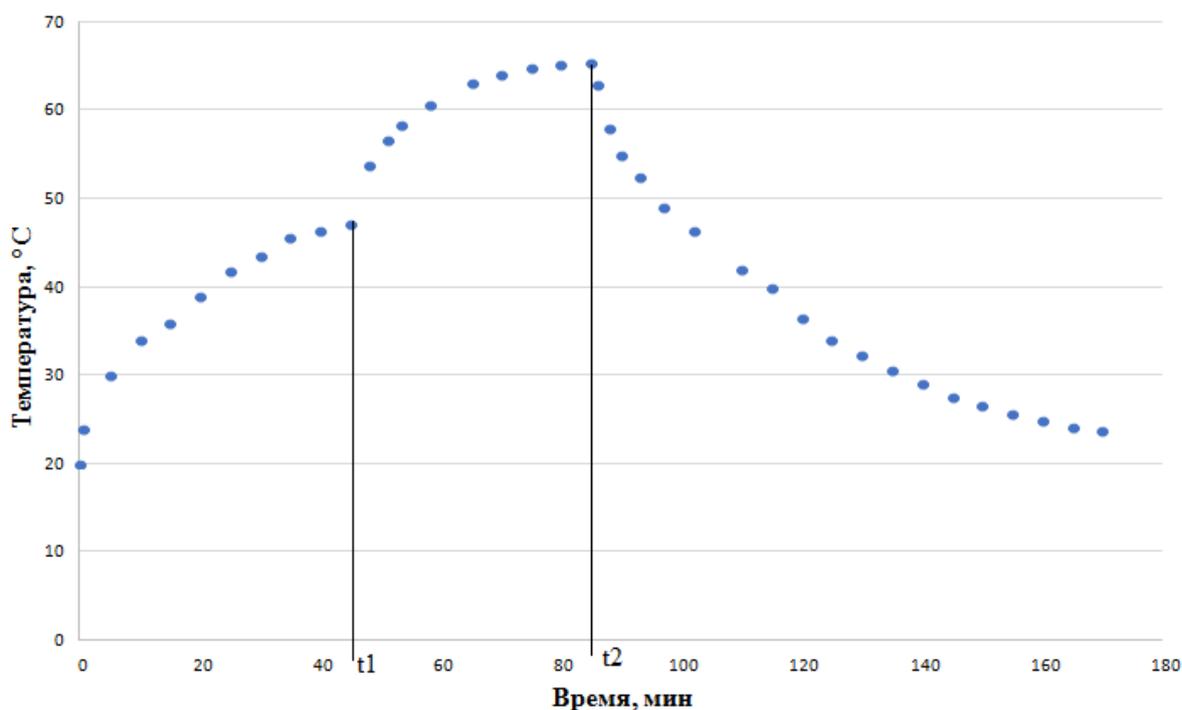
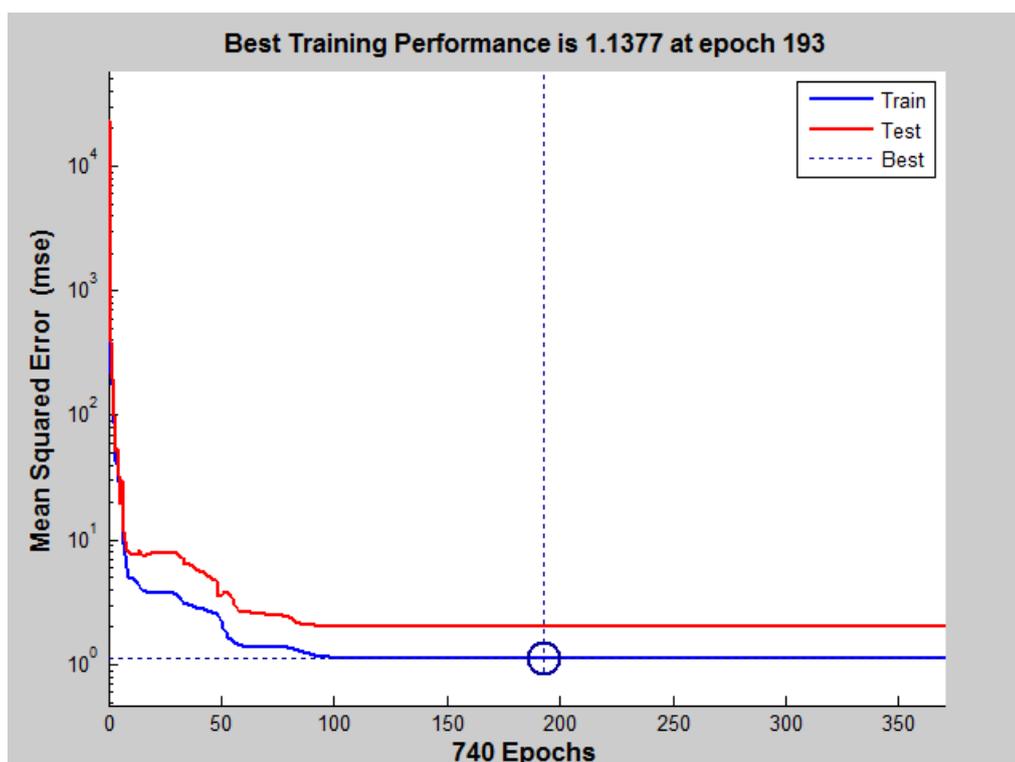


Рис.1 Температурная характеристика при задании на частоту 50Гц.

По полученным характеристикам составляются таблицы для обучения нейронной сети для разных промежутков времени. С помощью пакета в составе MATLAB NeuralNetworkToolbox и его приложения NeuralNetFitting была создана и обучена искусственная нейронная сеть на базе перцептрона, а также произведена ее оценка эффективности при помощи среднеквадратичного отклонения и регрессионного анализа.

Обучение сети происходит методом Левенберга-Маркара, где функция тренировки сети, которая модифицирует значение весов и смещений, может обучить любую сеть, если ее весовые и активационные функции дифференцируемы. Результаты обучения представлены на рисунке 2.



Results

	Samples	MSE	R
Training:	70	1.13765e-0	9.96880e-1
Validation:	15	0.00000e-0	0.00000e-0
Testing:	15	2.03150e-0	9.96592e-1

Рис.4. Зависимость среднеквадратичного отклонения от эпох.

Где

- **MSE** - Средний квадрат ошибки - среднеквадратичное отклонение между выходами и целями. Чем значения ниже, тем лучше. Ноль означает отсутствие ошибки.
- **R** - Значения регрессии измеряют корреляцию между выходами и целевыми. Значение R равно к 1 - означает тесное отношение, 0 - случайное отношение.

В данном случае среднеквадратичное отклонение при проверки обученной нейронной сети равно 2 °С, что является допустимым для оценки температуры. С помощью операции `sim` была осуществлена проверка корректности работы нейронной сети.

Нейронная сеть, обученная на экспериментальных исследованиях, позволяет в дальнейшем для оценки температуры двигателя не производить никаких расчетов и дополнительных исследований. Достаточно только на ее вход ввести условия работы двигателя и получить результат в виде температуры, какую показал бы датчик. Результат можно использовать для дальнейшего анализа перегрузки и недогрузки двигателя.

Список литературы

1. Н.Ф. Ильинский «Основы электропривода» Издательство МЭИ
2. Р. Каллан «Основные концепции нейронных сетей» Издательство «Вильямс»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИЙ ТОНКОСТЕННЫХ ТРУБ ПРИ ИХ ГИБКЕ С РАСКАТЫВАНИЕМ

Халиулин Е.В.

ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», РФ, г. Челябинск

Гибка труб является одной из основных операций технологического процесса изготовления деталей трубопроводов. Она нашла весьма широкое и разностороннее применение в различных отраслях общего и специального машиностроения. Несмотря на это, в современных производственных условиях практически невозможно осуществить качественную гибку в холодном состоянии труб диаметром свыше 60-70 мм, поскольку она сопровождается нежелательными для последующей эксплуатации явлениями: утонением стенки на внешней части трубы, овализацией (сплющивание) поперечного сечения, образованием гофр и изломов на внутренней части [4, 6].

Разработанная в ЮУрГУ технология гибки тонкостенных труб с раскатыванием (рис. 1) устраняет перечисленные недостатки. Данная технология заключается в следующем. При вращении раскатника, заведённого в трубу с достаточно большим натягом, в каждой точке кольцевой зоны раскатывания возникает знакопеременный изгиб, при котором изгибные напряжения кратковременно достигают предела текучести σ_T . В результате при приложении относительно небольшого изгибающего усилия происходит гибка в перемещающейся кольцевой зоне раскатывания [3, 8, 9].

При гибке труб с раскатыванием происходит удлинение внешней стенки трубы, укорачивание внутренней стенки и изменение длины боковой стенки. Это приводит к преобразованию формы и исходной толщины стенок трубы в поперечном сечении [5, 7].

Целью экспериментов является определение и оценка деформаций при гибке тонкостенных труб из коррозионностойких сталей при гибке с раскатыванием, информации по которым еще достаточно мало.

Методика проведения эксперимента:

1. Заготовка: труба 12Х18Н9; $\varnothing 42,5 \times 2,25 \times 1400$ мм, ГОСТ 9941-81.
2. Инструмент: шариковый раскатник с 3-мя деформирующими элементами;
3. Оборудование: специальный станок для гибки труб с раскатыванием;
4. Угол изгиба трубы: 90° ;
5. Способ гибки: гибка трубы с раскатыванием, путем наматывания на ролик-шаблон;
6. Радиус гiba: $2D_{\text{т}} = 80$ мм;
7. Режимы гибки: натяг $N = 0,5$ мм; $N = 1$ мм; $N = 1,5$ мм; частота вращения раскатника: 300 об/мин;
8. В качестве привода главного движения использовался электродвигатель мощностью 0,95 кВт с частотой вращения $n = 450$ об/мин;
9. Частота вращения гибочного ролика: 0,15 об/мин, что обеспечивает подачу трубы равную 120 мм/мин;
10. В качестве деформирующих элементов раскатника использовались шарики из стали марки ШХ15 диаметром 14,1 мм.

Эксперименты были проведены на специальном станке (рис. 1) для холодной гибки труб с раскатыванием [2, 10]. Предложенное нами устройство просто по конструкции и надежно в эксплуатации. Преимущество перед известными устройствами, использующими метод пластического шарнира, заключается в том, что возможно изготовление крутозагнутых (до 180°) отводов труб из мерной заготовки (отходов) с минимальными прямыми концами, сопоставимыми с диаметром трубы и практически постоянной толщиной стенки отводов трубы после гибки.



Рис. 1. Специальный станок для холодной гибки труб с раскатыванием.

Для оценки деформаций был использован "Метод сеток" [1, 5, 7]. Сложность форм и габариты конструкций делают трудным осуществление натурного эксперимента. Благодаря развитию ЭВМ стало возможным моделирование сложных физических явлений. Среди всех численных методов наиболее широкое распространение получил "Метод сеток". Этот метод является самым эффективным и универсальным. "Метод сеток" на сегодняшний день является общепризнанным методом структурного анализа в целом ряде областей науки и техники.

На трубу перед гибкой были нанесены риски через каждые 5 мм. На рис. 2 приведены изображения трубы после разметки и гибки, а также образец трубы в разрезе. Измерения проводились электронным штангенциркулем с точностью до 0,01 мм.



а)



б)

Рис. 2. (а) образец размеченной трубы после гига; (б) труба в разрезе.

После гибки трубы были измерены расстояния между рисками, были подсчитаны величины удлинения и уменьшения длины стенок трубы, участвовавших в гиге (рис. 3).

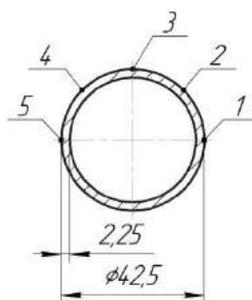


Рис. 3. Схема расположения точек, в которых проводились измерения

В результате проведенных исследований были получены графические зависимости, по которым можно понять характер удлинения и уменьшения длины стенок трубы в различных местахгиба (рис. 4). Анализируя графики (рис. 4) можно установить определенную закономерность изменений деформаций на различных участках изгибаемой трубы при различных натягах (табл. 1).

Таблица 1

Натяг	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5
0,5 мм	-7,4%	-4,6%	12,0%	16,6%	35,2%
1 мм	-11,0%	-5,6%	16,8%	22,0%	36,8%
1,5 мм	-12,0%	-6,6%	18,0%	28,6%	39,4%

Выпадение ряда точек на внутренней стенке, обусловлено наличием гофрообразования трубы при малых натягах. Выпадение точек на боковой стенке, внешней стенке, а также на участках 2 и 4 (рис. 3), обусловлено наличием гофрообразования трубы, трением трубы при гибке о ролик-шаблон, неравномерностью толщин стенок трубы и структуры металла. Среднеквадратичное отклонение точек графиков (рис. 4), где L_i – длина интервалов, L_t – длина измеряемого участка трубы: $R^2 = 0,5155$ (точка 1); $R^2 = 0,0777$ (точка 2); $R^2 = 0,5389$ (точка 3); $R^2 = 0,4995$ (точка 4); $R^2 = 0,7823$ (точка 5). Графики изменения длин интервалов (рис. 4) строились для 3-х зон натягов (зона а) – натяг $N = 0,5$ мм, зона б) – натяг $N = 1,0$ мм, зона с) – натяг $N = 1,5$ мм): 1 график – для точки 1; 2 график – для точки 2; 3 график – для точки 3; 4 график – для точки 4; 5 график – для точка 5.

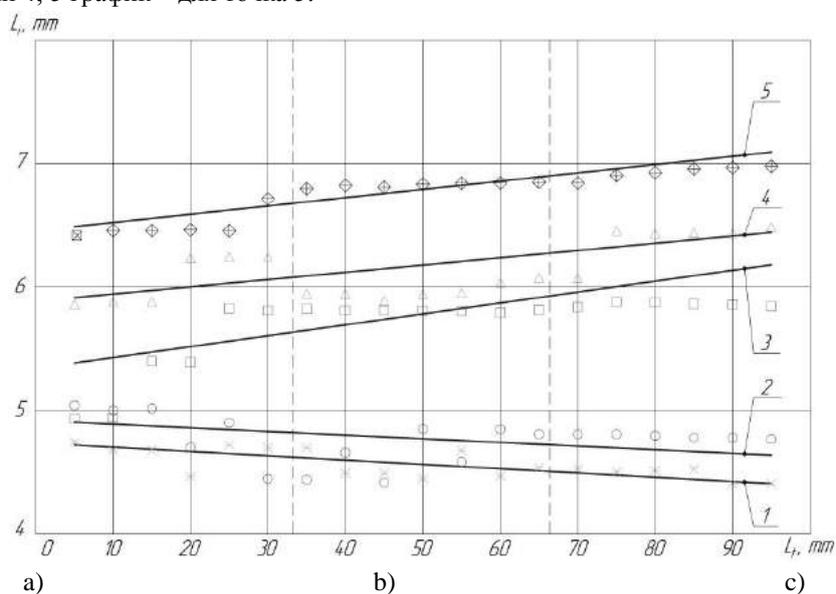


Рис. 4. Графики изменения длин интервалов: (а) натяг $N = 0,5$ мм; (б) натяг $N = 1,0$ мм; (в) натяг $N = 1,5$ мм.

Величина натяга раскатника является основным параметром от которого зависят величины продольных деформаций и качество гнутой трубы.

Расчетная толщина стенки трубы на внутренней, боковой и наружной поверхности, а также между ними, по точкам 1-5 (рис. 3), менялась пропорционально изменению величины продольных деформаций на соответствующих участках графиков изменения длин интервалов (рис. 4). Изменения толщины стенок

трубы (рис. 5) рассчитывались для 3-х зон натягов (зона а) – натяг $N = 0,5$ мм, зона b) – натяг $N = 1,0$ мм, зона с) – натяг $N = 1,5$ мм).

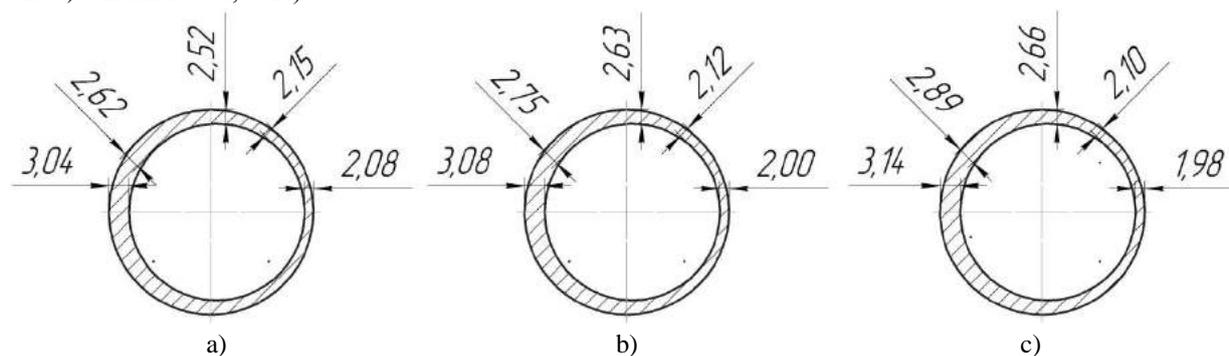


Рис. 5. Изменения толщины стенок трубы: (а) натяг $N = 0,5$ мм; (b) натяг $N = 1,0$ мм; (с) натяг $N = 1,5$ мм.

В результате проведенного исследования удалось оценить степень и характер деформации в продольном и поперечном сечении стенок трубы при гибке с раскатыванием и, как следствие, рассчитать указанные деформации и утонения стенок трубы, а именно на внутренней стенке наблюдалось уменьшение длины стенки трубы в среднем от 7,4% до 12,0%, между внутренней и боковой стенкой наблюдалось уменьшение длины стенки трубы в среднем от 4,6% до 5,6%, на боковой стенке наблюдалось удлинение стенки трубы в среднем от 12,0% до 18,0%, между боковой и внешней стенкой наблюдалось удлинение стенки трубы в среднем от 16,6% до 28,6%, на внешней стенке наблюдалось удлинение стенки трубы в среднем от 35,2% до 39,4%. Полученные результаты проведенных экспериментов, позволяют прогнозировать величины утонения стенок трубы, а следовательно, и общий срок службы. В целом на опытной установке из трубных заготовок диаметром 42,5 мм получены крутозагнутые отводы с радиусами 2Ду, геометрия которых соответствует требованиям ГОСТ 9941-81.

Список литературы

1. Беляев, Н.М. Соппротивление материалов / Н.М. Беляев. – 14-е изд. – М.: Наука, 1965. – 608 с.
2. Гальперин, А.И. Машины и оборудование для гибки труб / А.И. Гальперин. – М.: Машиностроение, 1983. – 203 с.
3. Джонсон, У.С. Теория пластичности для инженеров / У.С. Джонсон, П.Б. Меллор. – М.: Машиностроение, 1979. – 567 с.
4. Козлов А.В. Развитие теории, технологии и оборудования для холодной гибки тонкостенных труб с воздействием на трубу вращающимся деформирующим инструментом: дис... докт. технич. наук. Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, 2010.
5. Kozlov, A.V. Stress state in pipe on flexure with internal shairing / Kozlov A.V., Sherkunov V.G., Kyilcevich Ya.M. Russian Engineering Reseach. – New York: Allerton Press, Inc., 2009. – Т. 29. № 8. – С. 809–812.
6. Козлов, А.В. Технология и оборудование холодной гибки тонкостенных труб: монография / А.В. Козлов, А.В. Бобылев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 169 с.
7. Kozlov, A.V. The technology and equipment for cold bending of pipes / A.V. Kozlov, Y. Khilkevich // The 29th International Conference on Mechanical Engineering: Book of Conference Lecturer. – Haifa, Israel: Technion, 2003. – С. 190–192.
8. Патент 818707 Российская Федерация, МКИ В 21 D 9/14. Способ гибки труб / С.Г. Лакирев, Я.М. Хилькевич (РФ); № 2713945125; опубл. 07.04.1981, Бюл. № 13.
9. Пригоровский, Н.И. Методы и средства определения полей деформаций и напряжений: справочник / Н.И. Пригоровский. – М.: Машиностроение, 1983. – 248 с.
10. Патент 157963 Российская Федерация, МКИ В 21 D 9/14. Установка для гибки мелкоразмерных труб с раскатыванием / Е.В. Халиулин, А.В. Козлов, М.В. Герасимов (РФ); № 2014153158; опубл. 25.12.2014, Бюл. № 35.

**СЕКЦИЯ №5.
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)**

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ**

Гареев А.А.

НГДУ «Нижнесортымскнефть»

Ключевые слова: Установка электроцентробежного насоса, температурный режим центробежного насоса. Прогнозирование и исключение солеотложения. Роботизация эксплуатации скважины, оборудованной электроцентробежным насосом.

В последние годы техника добычи нефти электроцентробежными насосами шагнула далеко вперед: создание установок электроцентробежных насосов меньшим габаритом, насосов с рабочими аппаратами из пластмасс, применение вентильных приводов, создание и испытание насосов в диапазоне частоты вращения вала до 10000 оборотов в минуту, применение частотных преобразователей, применение сепараторов и диспергаторов разной модификации, применение ингибиторов солеотложений, использование датчиков давления и температуры в области насосного агрегата и т.д. и т.п.

Однако научно обоснованная технология эксплуатации в своем развитии отстала, особенно при эксплуатации установок электроцентробежных насосов производительностью ниже 50 кубических метров в сутки. Если принять во внимание, что эти установки составляют более половины эксплуатационного фонда каждого нефтегазодобывающего предприятия, причем и в основном, эти установки применяются после освоения новых скважин, капитального ремонта, дают более 60% нефти, то отставание технологии эксплуатации сегодня является тормозом дальнейшего увеличения экономической эффективности добычи нефти центробежными установками низкой производительности.

Классическая «технология добычи нефти», по которой готовят инженеров в области эксплуатации центробежных насосов, основывается на эмпирических законах, установленных для узкого диапазона изменения параметров эксплуатации центробежного насоса, реологических параметров пластовой нефти и необоснованно «расширенных» для повсеместного применения. Естественно, произвольное расширение области действия эмпирических законов приводит к ошибкам или даже к противоречивым результатам (коэффициент сепарации, скорость движения пузыря, области изменения значения давления на приеме насоса и т.д.).

Только применение фундаментальных законов физики может вывести теорию технологии эксплуатации электроцентробежного насоса на новые рубежи, позволяя еще больше увеличивать экономическую эффективность применения низкопроизводительных УЭЦН в эксплуатации нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами.

Поэтому, постановка математической задачи термодинамического состояния установки электроцентробежного насоса единственный верный путь решения проблем эксплуатации.

Постановка и решение задачи термодинамического состояния центробежного насоса выполнены в работе [1].

На рисунке 1 приведена схема электроцентробежного насоса в скважинных условиях.

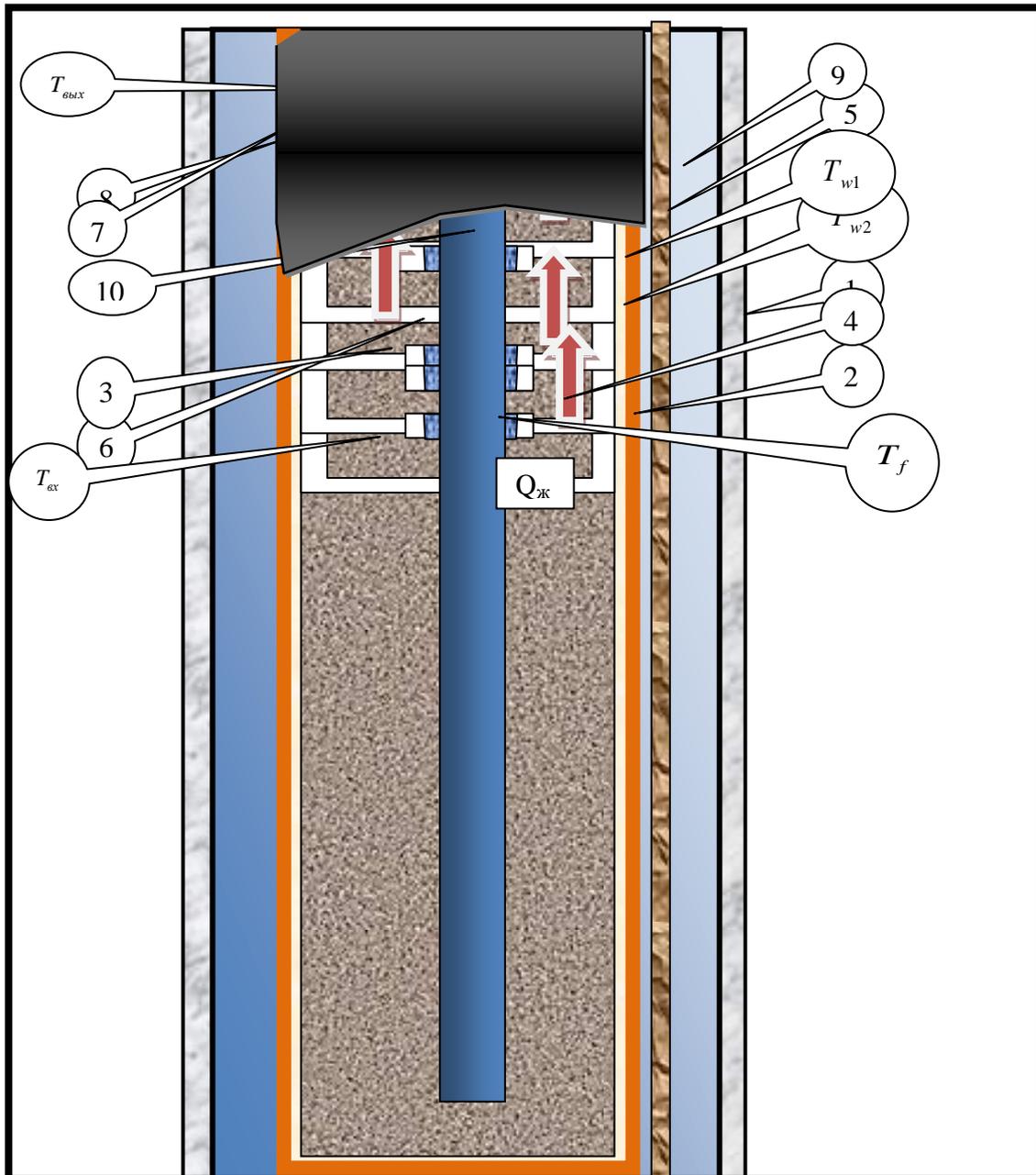


Рис. 1. Схеме части электроцентробежного насоса в скважинных условиях

1 - эксплуатационная колонна скважины; 2 - секция насоса (ступени); 3 - рабочее колесо; ПЭД - погружной электродвигатель с гидрозащитой; 4 - направление движения газожидкостной смеси; 5 - кабельная линия; 6 - тепловырабатывающий элемент, состоящий из рабочих колес; 7 - корпус насоса; 8 - теплоизолирующий газовый слой вокруг насоса; 9 - газожидкостная смесь; 10 - вал насоса; T_{w2} - температура на наружной поверхности насоса; T_{w1} - температура на внутренней поверхности насоса; T_f - температура на валу насоса; $T_{вх}$ - температура смеси на входе в насос; $T_{вых}$ - температура смеси на выходе из насоса; $Q_{ж}$ - дебит скважины

Зависимость температуры на поверхности насоса приведена в (1):

$$T_w = T_f + \frac{q_0 \varphi R_2 P_n P_{np}}{2\alpha(1-\varphi)(1-B)h\Gamma P_{am} \left(1 - \frac{\delta_{uz}}{R_2}\right)} + \frac{q_0 \varphi R_2^2 P_{np} P_n}{2\lambda_w(1-\varphi)(1-B)h\Gamma P_{am}} \operatorname{Ln} \left(1 + \frac{\delta_{uz}}{R_2}\right) \quad (1)$$

где:

λ_w - коэффициент теплопроводности металлического корпуса насоса, $\frac{Bm}{M * K}$; α_i - коэффициент теплопередачи от рабочих аппаратов к корпусу насоса, $\frac{Bm}{M^2 * K}$; T_{w1} - температура на поверхности рабочих аппаратов, К; T_f - температура в центре тепловыделяющих элементов (рабочих колес), К; R_2 - радиус цилиндрического корпуса насоса; толщину газовой оболочки вокруг корпуса насоса обозначим через δ_{uz} , м; теплопроводность газовой оболочки на поверхности насоса λ_{uz} ; $\frac{Bm}{M * K}$ q_0 - удельная мощности теплового источника на один рабочий аппарат (Вт/м³); h - напор рабочего аппарата (м) насоса; B - обводненность продукции скважины, доли единиц, Γ - пластовый газовый фактор (м³/м³); φ - содержание свободного газа в газожидкостной смеси на приеме насоса, доли единиц; $P_{нас}$, P_{np} , P_a - давления насыщения, на приеме насоса и атмосферное, МПа.

Более упрощенный вид уравнения (1) выглядит как в (2):

$$\Delta T_w = T_w - T_f = \frac{\varphi}{1-\varphi} \frac{q_0 R_2 P_{нас} P_{np}}{2(1-B)h\Gamma P_{am}} \left\{ \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta_{uz}}{\lambda_{uz}} \right\} \quad (2)$$

1. Оптимальное давление на приеме центробежного насоса.

Подробное исследование значения давления на приеме центробежного насоса приведено в работе [2] (оптимального, допустимого и предельных значениях).

Исследование уравнения (2) показывает, что:

$$\Delta T_w \equiv 0 \Big|_{\varphi \rightarrow 0} \quad (3)$$

Формула (3) является условием эксплуатации электроцентробежного насоса с оптимальным давлением на приеме в скважинных условиях (с минимальной диссипацией энергии на тепловую в аппаратах установки).

Откуда оптимальное давление на приеме центробежного насоса (без сепаратора) выглядит следующим образом:

$$P_{он} = P_n \quad (4)$$

Оптимальное давление на приеме электроцентробежного насоса равно давлению насыщения. Если коэффициент сепарации сепаратора равно \square , тогда значение оптимального давления на приеме насоса равняется:

$$P_{on} = (1 - \delta) * P_n \quad (6)$$

Формулы (3, 6) позволяют «жестко» контролировать коэффициент сепарации сепараторов разных производств в промысловых условиях.

2. Условие «теплого удара»

Нередко, при запусках центробежного насоса с целью вывода на режим эксплуатации (постоянной или периодической) наблюдается отказ по причине снижения электрического сопротивления системы «кабель – двигатель». При этом, отказ по системе сопровождается начальным отложением солей. Исследование данного явления опубликовано в [2, 3, 4].

Для теоретического исследования данного явления рассмотрим уравнение теплового состояния электроцентробежного насоса с учетом зависимости давления насыщения от температуры нефти.

Давление насыщения в зависимости от температуры $P_{н,t}$ при постоянном количестве растворенного в нефти газ можно рассчитать по формуле М.Д. Штофа, Ю.Н. Белова и В.П. Прончука, если известно долевое содержание в растворенном газе метана и азота:

$$P_{н,t} = P_n + \frac{T - T_{нл}}{9,157 + \frac{701.8}{\Gamma_{ом}(y_m - 0,8y_a)}} \quad (7)$$

Комбинируя (2) с (7) получим выражение:

$$\Delta T_w = T_w - T_f = \frac{P_n + C_1 \theta * \Delta x}{\frac{1}{C_2} - C_1} \quad (8)$$

где:

$$C_1 = \frac{1}{9,157 + \frac{701.8}{\Gamma_{ом}(y_m - 0.8 * y_a)}}$$

$$C_2 = \frac{\varphi}{1 - \varphi} \frac{q_0 R_2 P_{np}}{2(1 - B) h \Gamma P_{ам}} \left\{ \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta_{u3}}{\lambda_{u3}} \right\}$$

Из (8) следует, что явление моментального (бесконтрольного) выхода из строя электроцентробежного насоса следует:

$$C_1 C_2 = 1 \quad (9)$$

Значение C_2 определяется реологическими параметрами добываемой нефти, оно постоянно и ограничено. Другая составляющая уравнения (9) равно:

$$C_2 = \frac{\varphi}{1 - \varphi} \frac{q_0 R_2 P_{np}}{2(1 - B) h \Gamma P_{ам}} \left\{ \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta_{u3}}{\lambda_{u3}} \right\} \quad (10)$$

и зависит от ряда параметров эксплуатации центробежного насоса и параметров и очевидно, что:

$$\lim C_2 \Rightarrow 0 \Big|_{\varphi \rightarrow 0} \quad (11)$$

И назовем его условием исключения явления «теплого удара».

Для одной и той же удельной мощности q_0 энергии на разогрев насоса параметр C_2 зависит от радиуса R_2 центробежной установки: очевидно, чем меньше радиус насоса, тем больше удельная мощность и тем меньше «порог» наступления явления «теплого удара». Поэтому вопросы явления «теплого удара» требует дополнительных исследований, особенно при автоматизации управления электроцентробежным насосом.

3. Режим «авторелаксационных колебаний» давления на приеме центробежного насоса (рисунок 2). Данное явление наблюдается при эксплуатации электроцентробежного насоса, снабженного датчиком давления на приеме, для добычи нефти в скважинах с обводненностью продукции более 50 – 75 % и газовым фактором не более $60 \text{ м}^3/\text{м}^3$ и исследование явления опубликовано в [4].

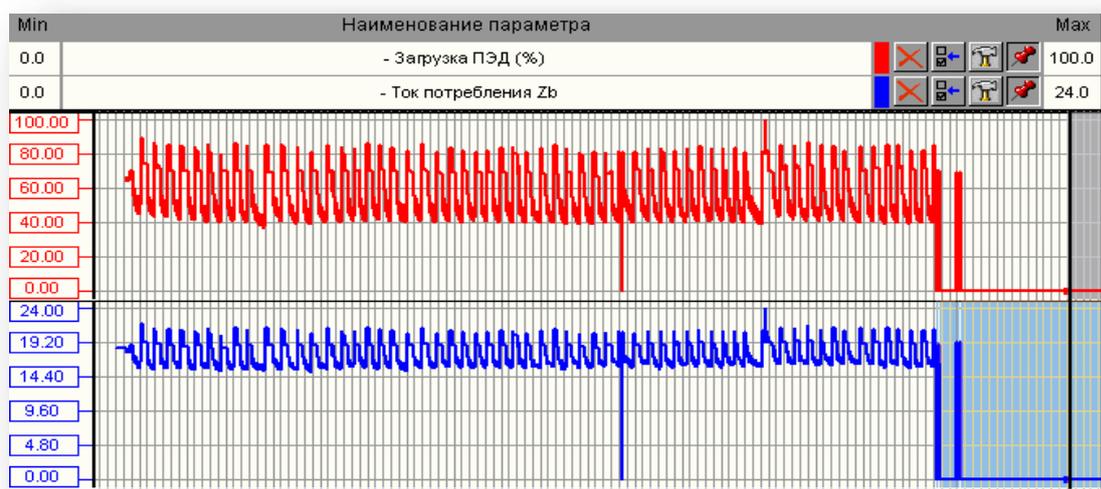


Рисунок 2. Изменение силы тока и коэффициента «загрузки» - отношения потребляемой мощности к номинальной – в режиме «срыва подачи»

В силу сложившихся обстоятельств, в скважине установился «периодический» режим эксплуатации установки без вмешательства технологического персонала.

Явление проанализировано в работе [7] и позволяет понять более глубоко термодинамику насоса совместно с работой продуктивного пласта.

4. Солеотложение в электроцентробежном насосе.

Классически (в общепринятом смысле) солеотложение в центробежном насосе объясняется наступлением «перенасыщенности» добываемой попутной воды и по этому поводу существуют более 10 методик по определению «индекса насыщенности» попутной воды. Однако, экспериментально, по индексу насыщенности невозможно прогнозировать наступление момента солеотложения. С другой стороны, установку электроцентробежного насоса, извлеченную из-за отложения солей можно заменить на другой насос, но штанговый. Казалось индекс насыщенности должен привести к отказу штангового насоса из-за солеотложения. Однако практика эксплуатации штанговых насосов показывает, что в них солеотложения не происходит. Таким образом, как подчеркивают авторы в [8], солеотложение процесс сложный, зависящий не только от наличия и насыщенности растворенных в попутной воде солей, но некоторых термобарических условия.

4.1 О механизме отложения солей

Прогнозирование отложения солей в зависимости от параметров эксплуатации центробежного насоса и его термобарического состояния в настоящее время является не решенным так как до настоящего времени не изучен механизм отложения солей в аппаратах центробежного насоса.

Поэтому целью настоящей работы является изучение процесса отложения солей при нагреве газожидкостной смеси в аппаратах УЭЦН.

Процесс неконтрольного нагрева попутной воды в аппаратах центробежного насоса неизбежно приводит к ее закипанию. Кипение попутной воды является одним из основных причин отложения солей в аппаратах центробежного насоса. Попутная вода с растворенными в ней химическими соединениями, под определенным давлением внутри насоса закипает при вполне определенной температуре – отложение солей

возможно только в процессе кипения. Ниже покажем, что только при кипении воды происходит образование твердого налета на теплопередающей поверхности. Наличие нефтяной фазы, сложные свойства нефти при нагревании, наличие механических примесей в составе воды (из обломков горной породы) усложняет процесс кипения, несомненно, снижает и температуру кипения попутной воды.

И отложение солей из рассола связано с процессом кипения [1, 10 - 12]; температура кипения зависит от давления, под которым находится жидкость, коэффициента поверхностного натяжения на границе «жидкость – нагреваемая поверхность», наличия в жидкости растворенных солей, механических примесей, нефтяной фазы.

На практике – кипение жидкости и образование твердой накипи, например, на внутренней стенке котла, жаровой трубы – процессы неразрывные.

Кипением называется процесс парообразования внутри жидкости, когда жидкость нагрета выше температуры насыщения и возникновение границы раздела между паром и жидкостью является отличительной чертой данного процесса. Для парообразования внутри жидкости должны быть центры парообразования – на поверхности нагретого вещества таковыми являются микроскопические [1, 10] углубления. Парообразование облегченное, если поверхность не смачивается водой – то есть зависит от коэффициента натяжения на границе вода – поверхность теплоотдачи.

Процесс кипения зависит от теплового потока [11, 12] на границе «жидкость – вода»:

$$\Delta t = t_c - t_s \quad (7)$$

где t_c - температура на поверхности теплопередающей, °C t_s - температура насыщения, °C. В зависимости от Δt наблюдается два режима кипения: пузырьковое и пленочное. Вид зависимости режимов кипения от плотности теплового потока q приведен на рисунке 3, первая область при незначительном тепловом напоре представляет конвективный теплообмен, вторая область характеризует «область пузырькового кипения» (кипение на поверхности теплопередачи) и третья – «область пленочного кипения» (кипение в объеме жидкости). При снижении теплового потока возможен «рывком» переход от пленочного режима в пузырьковый.

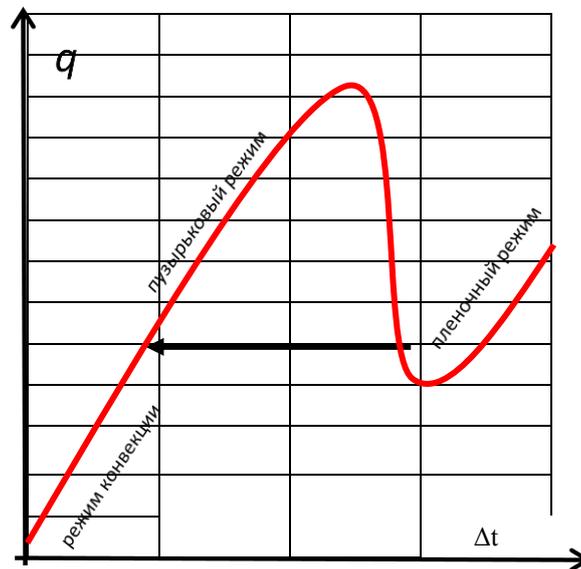


Рисунок 3. Зависимость плотности теплового потока q от температурного напора Δt при кипении воды.

Плотность теплового потока q измеряется в $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Благодаря силам поверхностного отталкивания на таких углублениях создаются области пониженного давления, величина которого определяется формулой Лапласа:

$$\Delta P = \frac{2\sigma}{R} \quad (8)$$

где σ коэффициент поверхностного натяжения на границе металл – жидкость, н/м; R – радиус углубления на поверхности металла (при нагревании воды в идеально гладкой посуде жидкость можно значительно перегреть относительно температуры насыщения) и его значение зависит от рода жидкости и давления, м.

Минимальный (критический) размер пузыря определяется выражением:

$$R_{\kappa} = \frac{2\sigma T_s}{\rho'' r_{\phi} \Delta T} \quad (10)$$

σ – коэффициент поверхностного натяжения между водой и теплопередающей поверхностью, н/м; ρ'' – плотность пара в пузырьке, кг/м³; r_{ϕ} – теплота парообразования, дж/кг; T_s – температура насыщения водяного пара, °С, ΔT – превышение температуры над температурой насыщения, °С, (например, для воды это превышение составляет 0,4 °С) [7, 8].

Так, при $P = 1,2 \cdot 10^{-3}$ МПа ($t_s=10$ °С) и $P=21$ МПа ($t_s=370$ °С) $R_{\kappa}= 18 \cdot 10^{-6}$ м.

Температура ΔT необходимая для существования пузырька радиусом R_{κ} и которая может быть определена по формуле (10). При малых давлениях $r_{\phi} = r$ – приблизительно постоянная величина, а пар по своим свойствам ближе к идеальному газу.

Как предполагают многие авторы, рост пузыря происходит из-за поступления водяных паров в пузырек из перегретого слоя жидкости на теплопередающей поверхности и образование на теплопередающей поверхности слоя с высокой концентрацией солей, откуда происходит отложение солей. Так как на теплопередающей поверхности происходит конвективное движение жидкости, температура насыщенного солями слоя существовать не может – концентрация солей по всему объему жидкости равномерная.

Поступление молекул воды с более высокой кинетической энергией в пузырек возможно только на границе пузыря и теплопередающей поверхности.

Поэтому, как показано на рисунке 4, рост пузырька происходит за счет «выпаривания» тонкой пленки воды на границе с теплопередающей поверхностью [6]. Так как молекулы растворенных солей в жидкости «более массивные» чем молекулы воды, происходит закрепление молекул солей на

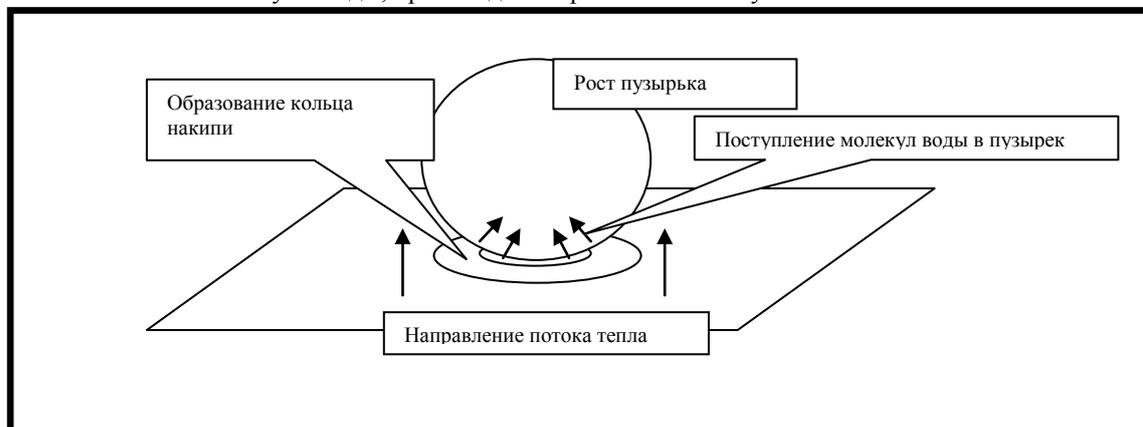


Рисунок 4. Образование на теплопередающей поверхности кольца накипи (обнаруженные Оддо).
 Возникновение маленького пузырька и рост его за счет испарения тонкой пленки воды на теплопередающей поверхности со временем приводит к образованию слоя накипи. Прикрепление молекул накипи происходит за счет сил межмолекулярного притяжения.

На рисунке 4 приведена схема проникновения более «энергичных» молекул воды из границы «водяная пленка – теплопередающая поверхность», в результате чего происходит образование отложения солей в форме кольца. Далее, кольцо солей расширяется до отрыва пузырька пара. Тут же на его месте образуется следующий пузырек и рост кольца накипи продолжается.

Начало образования паровых пузырей приходится на микроскопические углубления металлической поверхности рабочих органов УЭЦН – направляющего аппарата и рабочего колеса. Рост микроскопического пузырька продолжается до размеров, увлекаемых потоком газожидкостной смеси. На его месте тут же

возникает второй пузырек, развивается, способствуя дальнейшему увеличению «кольцевого следа» из солей, отрывается потоком газожидкостной смеси и т.д. Температура кипения жидкости зависит от давления - при повышении давления температура кипения увеличивается. Давление газожидкостной смеси в центробежном насосе определяет температуру кипения – зависимость температуры кипения в попутной воде отличается от зависимости температуры кипения для химически однородной воды, так происходит влияние на температуру кипения наличие газовой фазы, состав и размеры механических примесей.

Согласно вышеизложенным теоретическим выкладкам механизм солеотложения заключается в следующем: в процессе эксплуатации электроцентробежного насоса (в силу сложившихся обстоятельств – возможно из-за истощения продуктивного пласта, или под влиянием соседних скважин) на приеме установки ЭЦН давление становится меньше давления насыщения нефти газом – установка переходит на откачку газожидкостной смеси. Переход на перекачку газожидкостной смеси снижает КПД центробежного насоса, что и способствует началу роста его температуры от сложившегося равновесного состояния – возникновению «термобарических условий» внутри центробежного насоса. Повышение температуры насоса приводит к созданию условий для кипения водной компоненты в газожидкостной смеси. Если при этом давление и температура попутной воды окажутся на кривой по рисунку 3 правее ее, то внутри насоса наступает режим кипения. В процессе кипения попутной воды на поверхности рабочих органов центробежного насоса начинают откладываться соли. В этом случае кабельный удлинитель должен быть с рабочей температурой выше температуры насоса, в противном случае происходит снижение электрического сопротивления системы «кабельный удлинитель – погружной электродвигатель». границе «жидкость – теплопередающая поверхность», под действием межмолекулярных сил притяжения. Конфигурация этой поверхности представляет форму усеченного шара двумя параллельными плоскостями, первая которой расположена ближе к поверхности шара на месте образования пузыря. Эту картину наблюдал и описал в своих трудах исследователь Отто в 20-е годы прошлого столетия [7], как отлагаются «кольца накипи на теплопередающей поверхности».

Если же температура и давление внутри насоса окажутся в точке левее кривой по рисунку 5, и рабочая температура кабельного удлинителя меньше температуры насоса, тогда установка выходит из строя из-за снижения электрического сопротивления системы «кабель – погружной электродвигатель» - солеотложение не происходит.



Рисунок 5. Расположение давления и температуры воды в насосе в процессе эксплуатации электроцентробежного насоса, совмещенные с кривой насыщения пара. А – давление воды в насосе 30 ат. с температурой 170 °С (режим нагрева); В – давление воды в насосе 20 ат. с температурой 250 °С (режим кипения, происходит отложение солей, возможен отказ по сопротивлению удлинителя); С – давление воды в насосе 120 ат. с температурой 275 °С (режим нагрева – возможен отказ УЭЦН по кабельному удлинителю, но отложение солей не происходит); D – режим кипения (происходит солеотложение, возможен выход УЭЦН по удлинителю). Изменение термобарических условия по P.A.K. – режим релаксационных автоколебаний; AПВ – изменение термобарических условия при режиме AПВ или КЭС (кратковременная эксплуатация скважины).

На рисунке 6 приведена кривая насыщения воды и точки состояния воды в центробежном насосе (для примера): движение состояния газожидкостной смеси по направлению стрелки означает, при пересечении линии насыщения вправо в жидкости (воде) начинается процесс кипения. Состояние установки (температура воды и давление в насосе) отображается точкой А - это означает, что в насосе вода в состоянии перегрева – кипение не происходит. Если кабельный удлинитель выдерживает такую температуру (например, с рабочей температурой 230 °С), то в насосе отложение солей не происходит. Установка продолжает эксплуатироваться в исправном состоянии. Но при этом тепловой поток, распространяясь вдоль кабельной линии, «поражает место срачивания» с основной кабельной линией – поэтому производители установок ЭЦН предлагают потребителям так называемые «термовставки» - часть кабельной линии с высокой рабочей температурой (кабельная линия, где в качестве брони используется слой из свинца). Термовставка является «буферным участком» между высокотемпературным кабельным удлинителем и основной рабочей линией – «длина термовставки – высокотемпературного участка кабельной линии» пропорционально рабочей температуре высокотемпературного удлинителя.

При переходе состояния газожидкостной смеси в точку В, жидкость в насосе в состоянии кипения, происходит отложение солей. Если при этом (240 °С) не «выдерживает температуру» кабельный удлинитель, то установка выходит из строя. Это явление называется «тепловым ударом» - явление мгновенного выхода УЭЦН из строя. Аналогичное состояние установки ЭЦН и в точке D.

При эксплуатации электроцентробежного насоса в периодическом режиме (АПВ) движение состояния газожидкостной смеси происходит по (АПВ) и «искусство нефтяника» при этом заключается в том, чтоб «не попасть» в правую часть кривой насыщения. В противном случае, в режиме АПВ происходит постепенное образование твердых отложений и заклинивание насоса.



Рисунок 6. Нанесение на графике зависимости температуры кипения от давления пластовой воды внутри электроцентробежного насоса, перекачивающего газожидкостную смесь. Точка 1 – координаты (42; 224), 2 – (88; 175), 3 – (120; 144), 4 – (101; 175), 5 – (65; 273), 6 – (74; 177), 7 – (64; 189) и 8 – (77; 169).

При эксплуатации скважин с содержанием в продукции со значительным содержанием попутной воды или же при добыче нефти с небольшим газовым фактором происходит колебание режима эксплуатации, который носит название «релаксационными автоколебаниями» (на рисунке 5 это кривая Р.А.К).

Наложением точки с координатами (P_n, T_n) по каждой установке на графике в рисунке 6 можно прогнозировать состояние насоса и кабельного удлинителя. При низкотемпературном кабельном удлинителе в основном происходит отказ установки ЭЦН из-за снижения электрического сопротивления системы «кабель – двигатель». Если же установка оборудована высокотемпературным кабельным удлинителем, то точки состояния (P_n, T_n) на рисунке 5 «ложатся» правее кривой, что означает наступления режима солеотложения. Одновременно, при более высоких температурах насоса снижается и сопротивление высокотемпературного кабельного удлинителя.

При перекачке пластовой воды с растворенными в ней химическими соединениями, наличием в воде взвешенных частиц – обломков горной породы не смачиваемой водой, наличие нефти и свободного газа, температура кипения достигается при значительных низких температурах. Изучая зависимость кипения пластовой воды внутри центробежного насоса можно научиться прогнозировать наступления режима солеотложения. Солеотложение является не только свойством пластовой воды, но прежде зависит от термобарического состояния центробежного насоса.

4.2 Прогнозирование солеотложения

Отложению солей в аппаратах электроцентробежного насоса приводит температура эксплуатации. На рисунке 7 приведены графики изменения дебита жидкости, давления на приеме насоса и температуры электроцентробежного насоса.

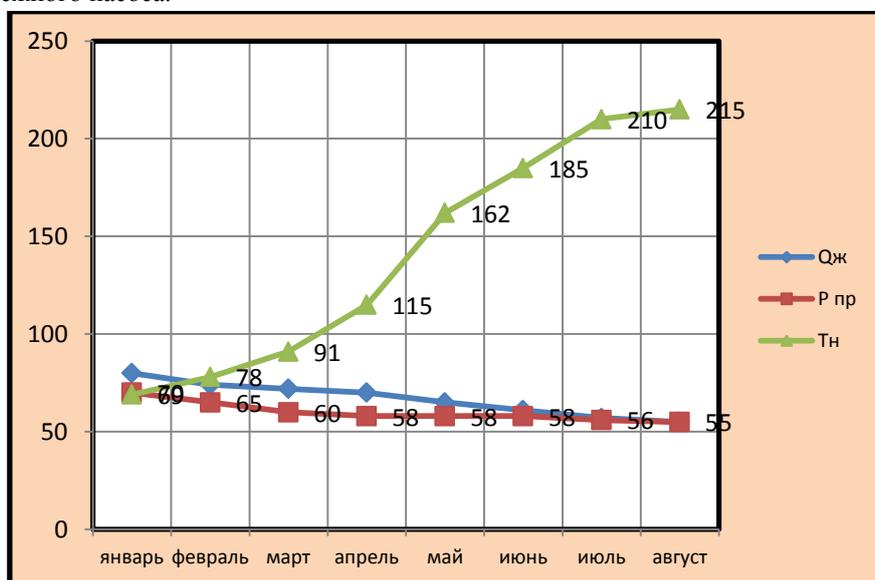


Рисунок 7. Графики изменений температуры T_n в насосе с изменением давления на приеме $P_{пр}$ и производительности насоса $Q_{ж}$.

На рисунке 8 приведены изменение температуры насоса и температуры кипения попутной воды при движении внутри разогретого насоса. Точка пересечения кривых соответствует критической точке – началу кипения, следовательно началу отложения солей в аппаратах насоса.



Рисунок 8. Сопоставление температуры кипения пластовой воды и температуры в насосе. Верхняя кривая – изменение температуры кипения пластовой воды в зависимости от давления, нижняя кривая – изменение температуры насоса.

Наступление режима кипения пластовой жидкости – воды означает начало отложения солей – наступает «достаточное условие» для отложения солей.

Откуда следует несколько разных явлений, наблюдаемых при эксплуатации установки ЭЦН:

1. Если в это время через установку движется смесь жидкости с высоким содержанием взвешенных частиц – песка, окалина - кипение начинается на поверхности взвешенных частиц, что приводит к многократному увеличению объема этих частиц. Это явление известно под названием «засорение насоса» – является следствием некачественно промытых НКТ, накопленных механических примесей на внутренней поверхности эксплуатационной колонны, на забое скважины и т.д.

2. Если установка ЭЦН выполнена из рабочих органов – рабочих колес и направляющих аппаратов в сочетании из пластмасс с металлическими органами (вал, втулки и пр.) кипение происходит на поверхности металлических органов, «агония» насоса продолжится до выхода из строя установки по причине заклинивания с одновременным выходом термостойкой плоской части из строя по причине снижения электрического сопротивления.

3. Кипению пластовой воды не «препятствует» открытость рабочих колес, наличие конструкторских приемов на рабочих колесах в виде разных выступов, насечек и т.д. – отложение солей приводит к заклиниванию насоса (возможно с одновременным сломом вала на наиболее загруженном участке).

4. Эксплуатация электроцентробежного насоса без отложения солей
Эксплуатация установки ЭЦН возможна – для этого необходимо контролировать и «держат» на определенном уровне температуру насоса.

5. Изменение частоты вращения вала электроцентробежного насоса, эксплуатация УЭЦН можно вести только с соблюдением температурного режима насоса, исключая как отложение солей, так и снижения электрического сопротивления изоляции системы «кабель – двигатель».

6. Регулирование температуры насоса является основой роботизации процесса эксплуатации скважины.

Выводы:

1. Применение законов термодинамики является плодотворным подходом к изучению проблем эксплуатации электроцентробежных насосов в добыче нефти.

2. Открыто и изучено ряд явлений, объяснение которых дано температурным состоянием центробежного насоса.

3. Кипение пластовой воды является главной причиной отложения солей в центробежных насосах.

4. Указан путь эксплуатации центробежного насоса без отложения солей

5. Единственный способ установления различных режимов эксплуатации электроцентробежного насоса (постоянный, периодический, энергосберегающий, управление частотой вращения вала) – это учет его температурного состояния.

6. Изучение теплового состояния центробежного насоса – единственный путь автоматизации процесса.

Список литературы

1. Булатов М.А.: Комплексная переработка многокомпонентных жидких систем. Из-во «МИР», 2004.
2. Гареев А.А.: О значении теплового режима в установках электроцентробежных насосов. –М. Нефтепромысловое дело, Серия «Оборудование и технологии для нефтепромыслового комплекса», 2009, №1, стр. 23 – 29.
3. Гареев А.А.: О предельном газосодержании на приеме электроцентробежного насоса. –М. Нефтепромысловое дело, Серия «Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса», 2009, №2, стр. 21 – 25.
4. Гареев А.А.: О температурном режиме электропогружного насоса. –М.: Нефтепромысловое дело, Серия «Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса», 2010, №6, стр. 35 – 41.
5. Гареев А.А., Шарафутдинов Р.Ф., Валиуллин Р.А. О значении давления на приеме электроцентробежного насоса. Нефтяное хозяйство. 2012. №10. стр. 128 –
6. Гареев А.А. О механизме солеотложения. Нефтепромысловое дело. 2017, №4, стр. 35-45
7. Гареев А.А. О «релаксационных автоколебаниях» режимов эксплуатации электроцентробежного насоса. Нефтяное хозяйство. 2012. №12.
8. Кащавцев В.Е., Мищенко И.Т.: Солеобразование при добыче нефти. М. «ОРБИТА-М». 2004.
9. Лабунцов Д.А. Физические основы энергетики. Избранные труды по теплообмену, гидродинамике, термодинамике. –М. Издательство МЭИ, 2000.
10. Otte W., Mitt D. Verein der Gross Kesselpesitzer. 17. 1929.
11. Теория тепломассообмена. Учебник для ВУЗов. Под редакцией А.И.Леонтьева. Из-во МГТУ им. Н.Э.Баумана. 1997.
12. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А.: Тепломассообмен. Учебное издание. Изд-ий дом МЭИ. 2006.

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПГУ-110 В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА

Ильин Р.А., Атдаев Д.И., Бондарев В.В.

(д.т.н., профессор Ильин Р.А.; к.т.н., доцент Атдаев Д.И.; студент Бондарев В.В.)

АГТУ, РФ, г. Астрахань

На Астраханской городской районной электростанции (ГРЭС) в составе энергетического комплекса ПГУ-110 в качестве основных тепловых двигателей установлены две газотурбинные установки (ГТУ) модели LM6000 PF Sprint производства компании «General Electric» (США). После ГТУ выхлопные газы поступают в два паровых котла-утилизатора (КУ) модели КГТ-44/4,6-435-13/0,5-210 производства ЗАО «Белэнергомаш» (Россия), а пар, генерирующийся в КУ, направляется на паровую турбину модели Т-14/23-4,5/0,18 производства ОАО «Калужский турбинный завод» (Россия).

Известно, что параметры газотурбинной установки (ГТУ) существенно зависят от температуры окружающего воздуха и ее повышение приводит к снижению мощности, коэффициента полезного действия (КПД), а также, к повышению удельного эффективного расхода топлива ГТУ. Для Астраханского региона характерны высокие температуры окружающей среды, которые в летний период превышают +40 °С, что приводило к снижению КПД и мощности всей парогазовой установки (ПГУ), которые приводят к дефициту электрической энергии.

Для решения этой проблемы в 2015 году на ПГУ-110 была произведена модернизация и установлены две абсорбционные холодильные машины производства «SHUANGLIANG», предназначенные

для снижения температуры воздуха, поступающего в компрессоры двух газовых турбин ПГУ-110 в жаркий период. Однако, в настоящее время нет расчетного метода, который бы помог прогнозировать максимальную эффективность применения такого способа охлаждения применительно к энергетическим блокам других мощностей в городе Астрахани.

На рисунке 1, согласно источников [1-2] представлен график реального изменения мощности ГТУ LM6000 PF Sprint от температуры окружающего воздуха без применения какого-либо охлаждения воздуха на входе в компрессор.

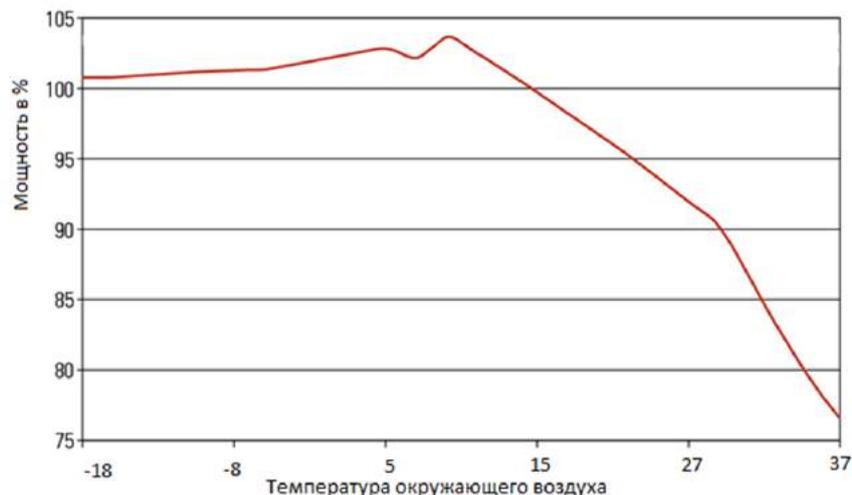


Рисунок 1 - График изменения мощности ГТУ LM 6000 PF Sprint от температуры окружающего воздуха

Нами был произведен оценочный расчет для определения тенденции изменения характеристик ПГУ-110 без применения охлаждения входного воздуха в течение года в зависимости от средней температуры окружающего воздуха.

В качестве методики для расчета эффективных параметров ГТУ нами была выбрана методика Л.И. Слободянюка и В.И. Полякова [3]. Данная методика позволяет рассчитать параметры ГТУ с двумя турбинами – высокого давления (ТВД) и низкого давления (ТНД). То есть, расчетная методика, которая была использована, может быть применена для исследуемой ГТУ. Помимо этого, был произведен расчет паропроизводительности КУ, а также, оценена мощность паровой турбины (ПТУ) и суммарная мощность ПГУ-110, используя рекомендации источников [3-5].

Расчет параметров цикла ГТУ, КУ, ПТУ и ПГУ при температуре окружающего воздуха +15 °С произведен в программном комплексе Microsoft Excel. Рассмотрим сходимость расчетных результатов с реальными значениями по данным [1-2, 6-9] основных параметров ПГУ-110 (таблица 1).

Таблица 1 – Степень сходимости рассчитанных и реальных значений номинальных параметров ПГУ-110 (без применения охлаждения воздуха) при температуре окружающего воздуха +15 °С

№	Наименование параметра	Реальное значение	Рассчитанное значение	Отклонение, %
1	2	3	4	5
1	Мощность ГТУ, кВт	46 640	47 490	1,82
2	Расход газов ГТУ, кг/с	131,7	134,4	2,06
3	Температура выхлопных газов ГТУ, °С	456	436,8	4,20
4	КПД ГТУ, %	40,78	40,5	0,78
5	Расход топлива, м ³ /ч	12 140	12 585	3,66
6	Паропроизводительность контура ВД КУ, кг/ч	44 000	44 016	0,04
7	Паропроизводительность контура НД КУ, кг/ч	13 000	12 673	2,51
8	Суммарная мощность паровой турбины, кВт	23 800	22 961	3,53
9	Суммарная мощность ПГУ-110, кВт	117 080	11 7940	0,73

Как видно по результатам таблицы 1, отклонения расчетных значений от реальных не превышает 5%, что считается удовлетворительной сходимостью при проведении инженерных расчетов. Следует

отметить, что удовлетворительная сходимость результатов получена для 9-ти параметров, что в принципе исключает случайную сходимость результатов расчета и реальных значений.

Используя полученную математическую модель, произведем дополнительные расчеты основных параметров ПГУ. Результаты расчетов по месяцам 2017 года представлены на рисунках 2 – 6 (графики изменения по месяцам мощности, КПД и удельного расхода топлива ГТУ, мощности ПТУ и ПГУ). На графиках представлены и линии тренда (штриховая линия), которые позволяют говорить о хорошей сходимости графиков. Для расчетов использовались среднемесячные температуры в городе Астрахани, согласно источника [10].

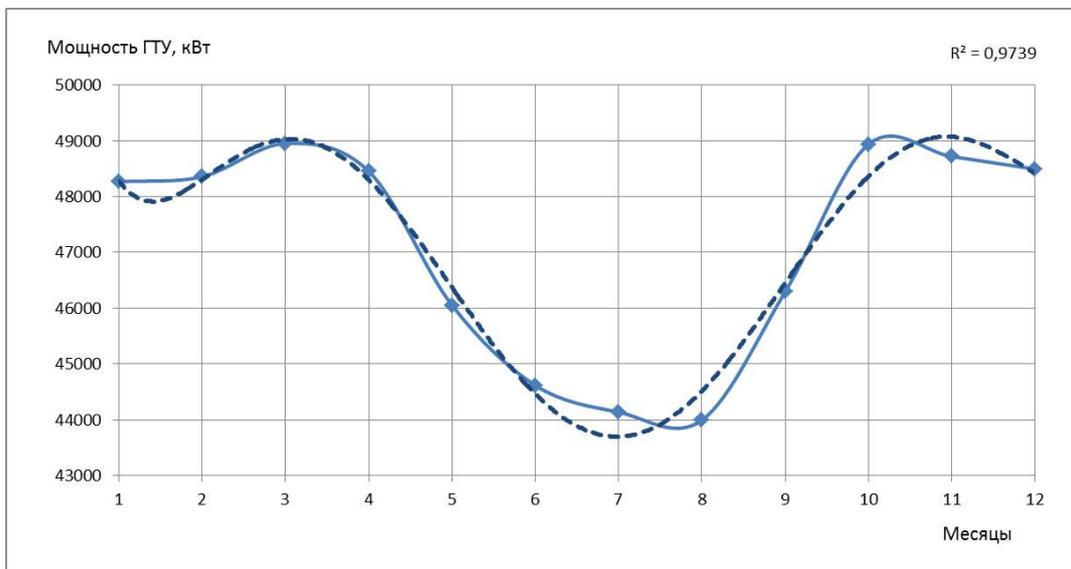


Рисунок 2 – График годового изменения мощности ГТУ LM6000 PF Sprint

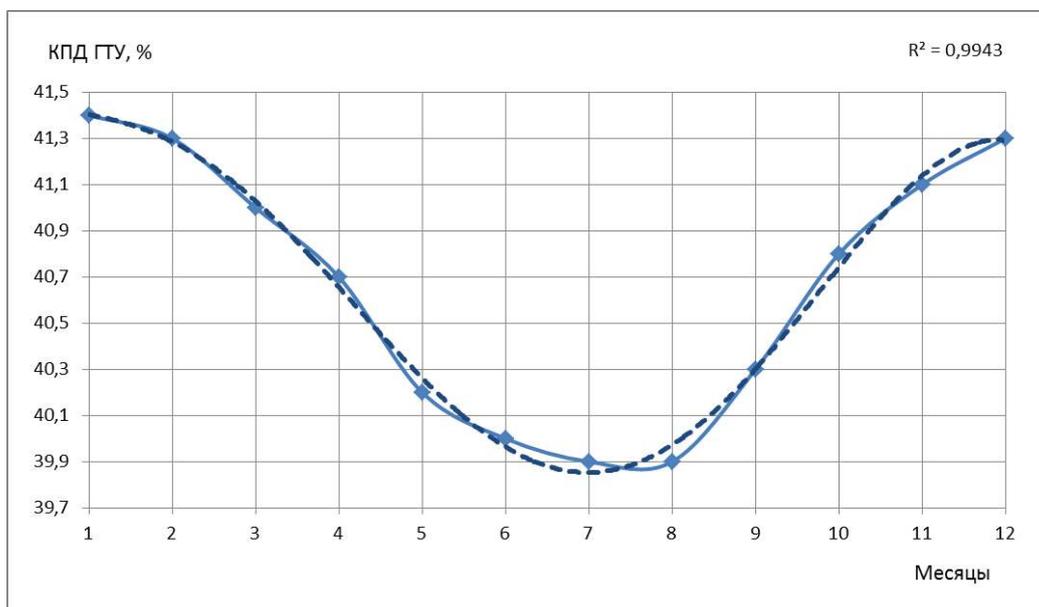


Рисунок 3 – График годового изменения КПД ГТУ LM6000 PF Sprint

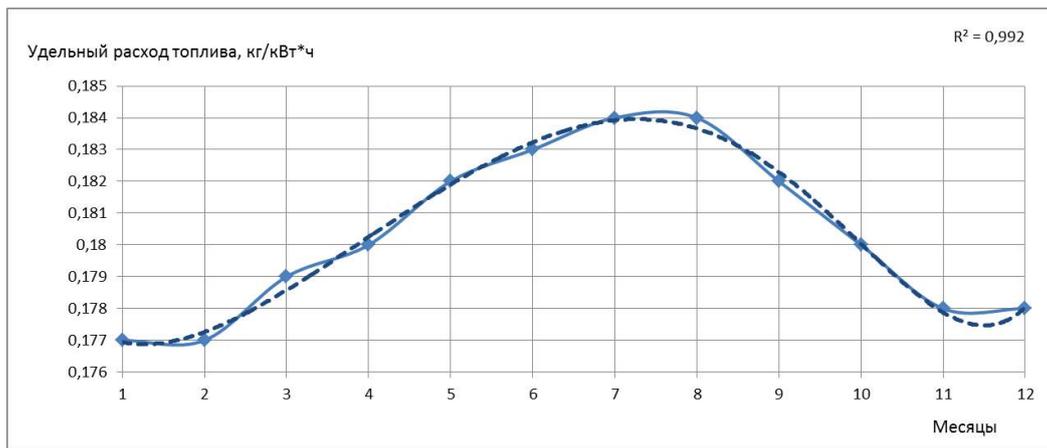


Рисунок 4 – График годового изменения удельного расхода топлива ГТУ LM6000 PF Sprint

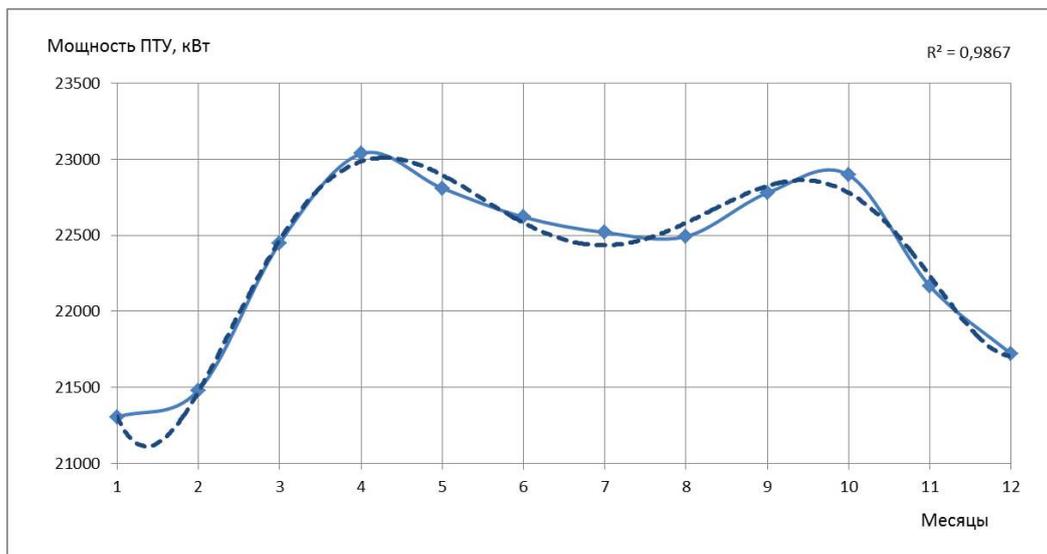


Рисунок 5 – График годового изменения мощности ПТУ

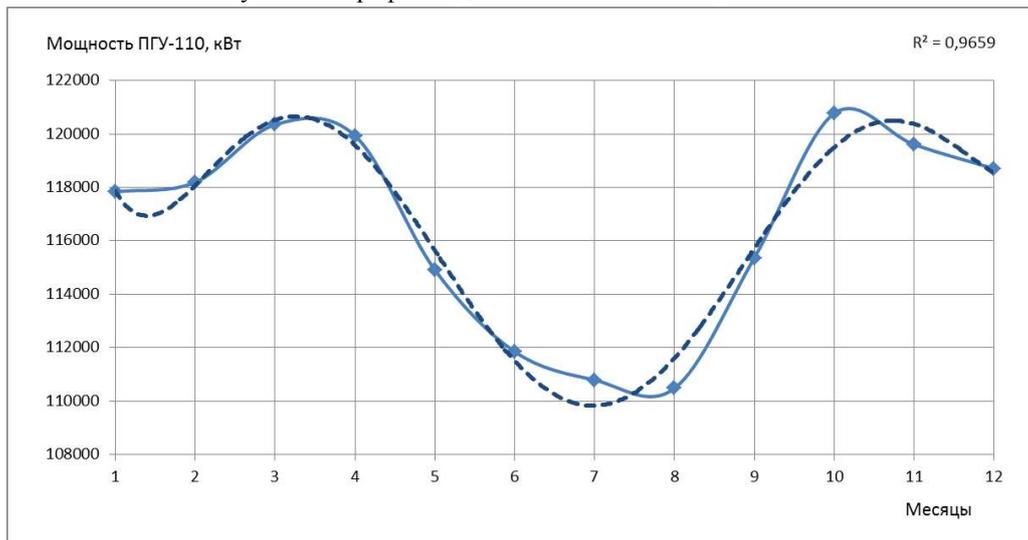


Рисунок 6 – График изменения мощности ПГУ-110 в 2017 году

Отдельно приведем график изменения среднемесячной температуры окружающего воздуха в 2017 году в Астрахани (рисунок 7), по которой и производился расчет параметров.

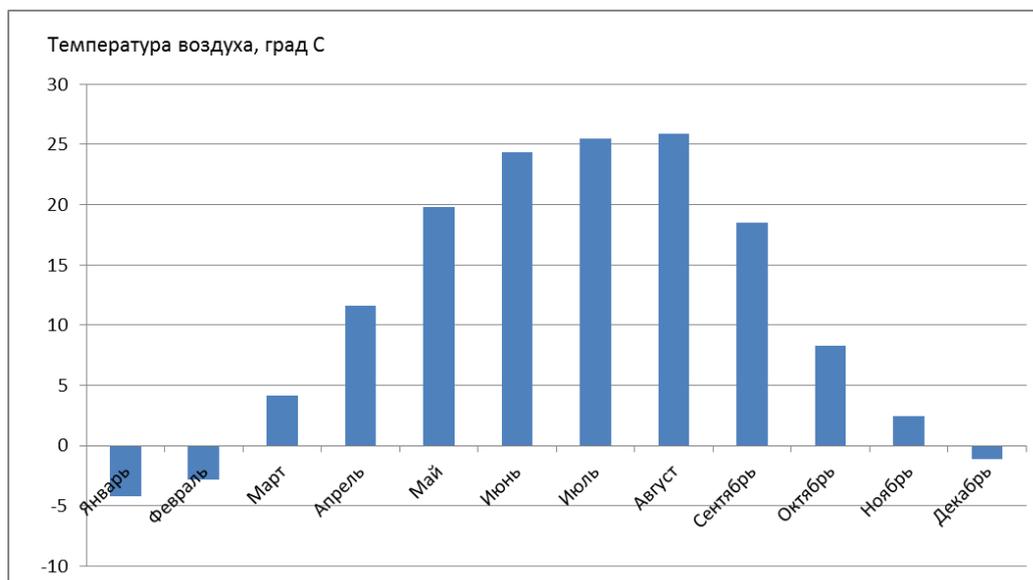


Рисунок 7 – График изменения средней месячной температуры в 2017 году в г. Астрахани

По полученным графикам можно сделать следующие выводы:

- мощность ГТУ без применения охлаждения входящего воздуха изменяется в среднем за год в пределах 10%, что весьма значительно, а при колебаниях температур в большем диапазоне, это изменение будет еще больше;

- КПД по расчету в период от зимы до лета падает в пределах 2%, но на практике КПД падает вплоть до 7 – 10%, что дополнительно связано с быстрым забиванием фильтров компрессора от пыли;

- удельный расход топлива уменьшается в зимний период, а в летний период возрастает, что связано с повышением затрат на сжатие воздуха;

- мощность паровой турбины более стабильна и менее зависима от изменения температуры окружающей среды, хотя уменьшается в зимний период и повышается в летний;

- общая мощность ПГУ-110 изменяется по такой же форме, как и мощность ГТУ, что подтверждает снижение мощности всего энергетического объекта в летний период и рост в зимний период, не смотря на стабильность мощности ПТУ.

Для оценки эффективности применения системы охлаждения воздуха при помощи абсорбционных холодильных машин применительно к ПГУ-110 следует произвести расчет эффективных показателей ГТУ, КУ и ПТУ при максимальной температуре окружающего воздуха в г. Астрахани без использования системы охлаждения и при использовании подобной системы.

В качестве максимально возможного эффекта, который был достигнут для ГТУ LM6000 Sprint от применения абсорбционной холодильной машины, используем данные по системе ARCTIC производства компании «Energy Concepts С.» (США) [1-2], которая использует тепло отработанных газов после ГТУ. С применением системы ARCTIC, эффективная мощность LM6000 PF Sprint при температуре +35 °С увеличивается до 51 000 кВт.

Согласно источника [10] максимальная среднесуточная температура воздуха в городе Астрахани летом составляет до 35 °С. Произведем расчет параметров ПГУ-110 без установки системы ARCTIC и с учетом ее установки, а результаты расчета приведем в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета параметров ПГУ-110 при температуре окружающего воздуха +35 °С при установке системы ARCTIC и базовом варианте

№	Наименование параметра	Без системы ARCTIC	С системой ARCTIC	Разница, %
1	2	3	4	5
1	Мощность ГТУ, кВт	39 149	52 100	+33%
2	Расход газов ГТУ, кг/с	123,1	118,2	-3,98%
3	Температура выхлопных газов на входе в КУ, °С	437	367	-16%
4	КПД ГТУ, %	39,4	42,7	+8,38
5	Расход топлива, м ³ /ч	10 661	13 120	+23%

6	Паропроизводительность контура ВД КУ, кг/ч	34 591	32 521	-5,98%
7	Паропроизводительность контура НД КУ, кг/ч	11 470	10 408	-9,26%
8	Суммарная мощность паровой турбины, кВт	18 434	17 234	-6,51%
9	Суммарная мощность ПГУ-110, кВт	96 732	121 433	+25,53%

Сравнение мощностей ГТУ, ПТУ и ПГУ-110 для вариантов без системы и с установленной системой ARCTIC приведены на рисунке 8.

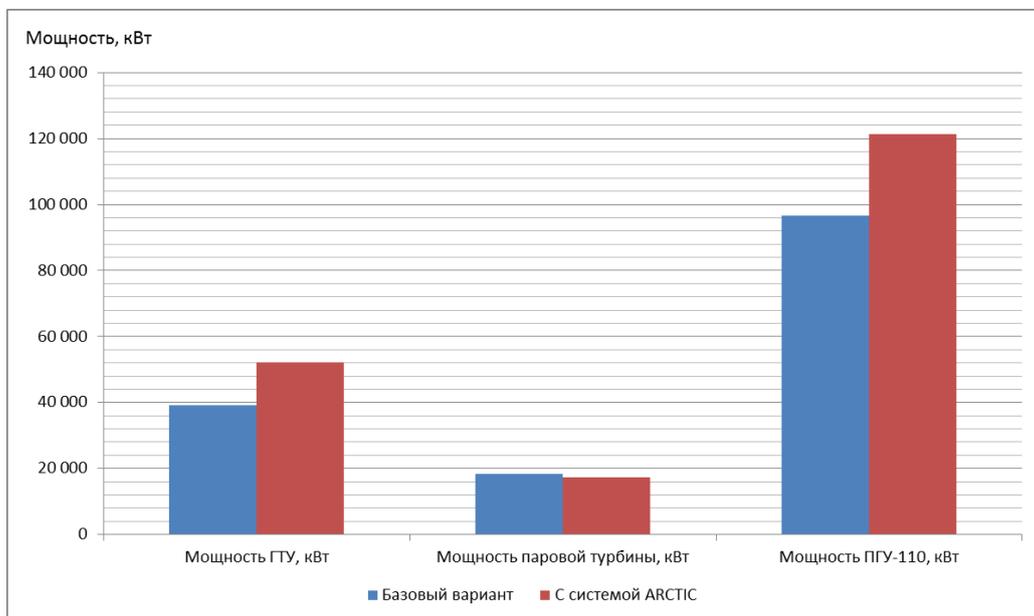


Рисунок 8 - Мощность ГТУ, паровой турбины и ПГУ-110 для вариантов без системы и с установленной системой ARCTIC

Согласно таблицы 2 и проведенного расчета, при установке системы ARCTIC с одной стороны идет снижение мощности ПТУ на 6,51%, но прирост мощности ГТУ на 33% приводит к общему росту мощности ПГУ-110 на уровне 25,53%. Таким образом, это максимальный эффект, который можно получить от применения адсорбционной холодильной машины по расчетным данным.

Список литературы

1. Improving Warm Weather Performance of the LM6000. [Электронный ресурс]: <http://www.powermag.com/improving-warm-weather-performance-of-the-lm6000>. Дата обращения: 10.03.2018.
2. Газовая турбина LM6000 - увеличение производительности. [Электронный ресурс]: <http://tesiaes.ru/?p=2416>. Дата обращения: 10.03.2018.
3. Слободянюк Л.И., Поляков В.И. Судовые паровые и газовые турбины и их эксплуатация. - Л.: Судостроение, 1983. - 360 с.
4. Качан С.А. Расчет тепловой схемы утилизационных парогазовых установок. Методическое пособие. Минск: БНТУ, 2007. – 85 с.
5. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 550 с.
6. Реконструкция Астраханской ГРЭС с сооружением ПГУ-110. Т.1. раздел 1. Астрахань. – 2010. – 57 с.
7. General Electric. Работа с системой серии LM6000, 2010. – 517 с.
8. LM6000 Marine Gas Turbine, 2010. – 2 с.
9. Каталог продукции ООО «Белэнергомаш – БЗЭМ». Котлы-утилизаторы и котлы энерготехнологические. Белгород, 2016. – 138 с.
10. Weatherarchive.ru. [Электронный ресурс]: <http://weatherarchive.ru>. Дата обращения: 01.03.2018.

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

РЕАЛИЗАЦИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ИЗМЕРИТЕЛЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА НА ВАЛУ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

Быков И.Ю., Заикин С.Ф.

Ухта, Ухтинский государственный технический университет

Работа бурильной колонны в скважине при её углублении практически полностью отражается изменениями крутящего момента на валу двигателя привода буровой установки. Изменяя значение крутящего момента и его изменения можно судить о статических и динамических значениях параметров характеризующих работу бурильной колонны и влиять на эти параметры в режиме регулирования.

Из множества методов измерения крутящего момента высокой технологичностью отличаются методы измерения по энергетическим показателям двигательного устройства с выделением динамики. Методы измерения с выделением динамических составляющих крутящего момента [1,2,3] обладают большей точностью, свободны от статистической ошибки и положены в основу разработки систем регулирования режима устойчивой работы бурильной колонны. Кроме того, следует учитывать, что более приемлемыми в условиях бурения являются способы и методы позволяющие проводить измерения с достаточной степенью точности в наземных условиях.

Структура дифференциальных измерений представлена на рис.1.

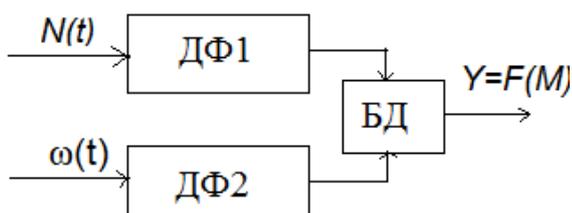


Рисунок 1 – Структура измерителя крутящего момента

Здесь $N(t)$ – измеряемая мощность двигателя привода;

$\omega(t)$ – измеряемая угловая скорость вала двигателя привода;

ДФ1 – дифференцирующий фильтр канала измерения мощности;

ДФ2 – дифференцирующий фильтр канала измерения угловой скорости вала привода;

БД – блок деления.

Блок деления необходим, для получения результата измерения крутящего момента, так как

$M_{кр} = \frac{N}{\omega}$, является результатом косвенных измерений мощности и угловой скорости.

Операция дифференцирования может быть осуществлена на параллельных встречно включённых апериодических звеньях, например, для канала измерения мощности согласно рис. 2.

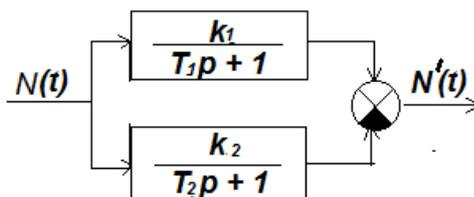


Рисунок 2. – Реализация дифференцирования на апериодических звеньях

Согласно приведённой структуре оба канала измерения объединяются блоком деления, выполняющим операцию:

$$\frac{W_N(p)}{W_\omega(p)} = \frac{\frac{k' p(T_2 - T_1)}{T_1 T_2 p^2 + (T_2 + T_1)p + 1}}{\frac{k'' p(T_4 - T_3)}{T_3 T_4 p^2 + (T_3 + T_4)p + 1}} = \frac{k'}{k''} = K \quad (1)$$

При условии $T_1=T_3$, $T_2=T_4$, что вполне реализуемо, так как параметры T_1 , T_2 , T_3 , T_4 – являются параметрами настройки дифференциальных структур.

Таким образом, в результате деления на выходе устройства в целом можно получить статическое значение измеряемой величины, свободное от статической ошибки:

$$M = K \frac{\Delta N}{\Delta \omega} \quad (2)$$

где ΔN – приращение мощности двигателя привода;

$\Delta \omega$ – приращение угловой скорости вала двигателя привода.

Ниже на рис. 2 представлена функциональная схема измерителя крутящего момента, согласно которой проведен выбор комплектующих.

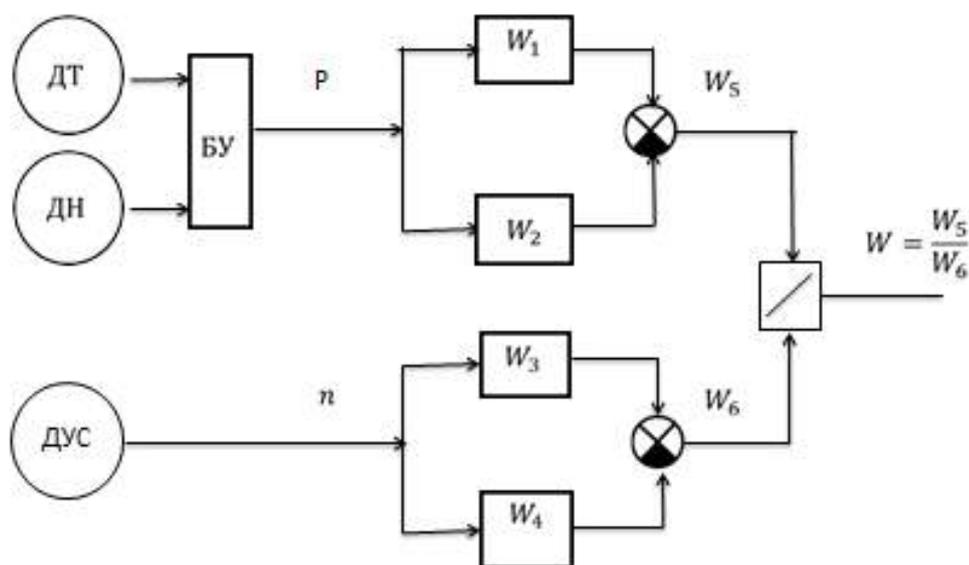


Рисунок 2 – Функциональная схема измерителя крутящего момента

Ниже приведены предложения по практической реализации данной структуры на буровых установках, использующих для привода ротора электродвигатели постоянного тока Карпинского машиностроительного завода, массой 5000 кг, габаритными размерами 2100x1245x1765 мм, со способом охлаждения ИСА 16. В таблице 1 представлены их характеристики.

Таблица 1.

Тип двигателя	ДПБ 1000	ДПБ 750	ДПБ 650
Область применения	Бурение скважин до 8000 м		
Мощность	1000 кВт	750 кВт	650 кВт
Напряжение	800 В	800 В	440 В
Ток	1320 А	1000 А	1370 А
Частота вращения номинал	1000 об/мин	1000 об/мин	500/1000 об/мин
Частота вращения максимал	1500 об/мин	1500 об/мин	1500 об/мин
Вид напряжения возбуждения	Независим., 220В	Независим., 220В	Независим., 220В
Ток возбуждения	22,3 А	23,2 А	21,2 А
Вращающий момент номинал	9,55 кНм	7,18 кНм	9,9 кНм
Режим работы	S 1	S 1	S 1

В качестве оптимального двигателя выберем ДПБ750 номинальные характеристики которого мощность 750 кВт, напряжение 800 В, ток 1000 А, частота вращения 1000 об/мин.

Для измерения угловой скорости вращения вала двигателя используем датчик скорости серии 3000 фирмы HID Corporation [4]. Характеристики датчика приведены в таблице 2.

Таблица 2.

№ п/п	Наименование параметра, единица измерения	Значение параметра
1	Тип преобразователя магнитного поля	Датчик Виганда
2	Напряжение питания, В	Не требуется
3	Сопротивление обмотки, Ом	1600 ± 5%
4	Сопротивление нагрузки, Ом	10 ³ - 10 ⁴
5	Напряжение сигнала не менее, В	± 1,0
6	Длительность выходного импульса, мкс	10
7	Рабочий зазор, мм	1,27 - 3
8	Диапазон рабочих частот, кГц	0 - 20
9	Диапазон рабочих температур, °С	- 40 - +80
10	Возможность работы в жёстких условиях эксплуатации	

Для измерения рабочей мощности двигателя, как произведения силы тока на напряжение, используем датчики постоянного тока и напряжения из литературного источника[4].

Основные параметры аналогового датчика тока LT1000-SI/SP58 совместного предприятия «ТВЕЛЕМ» приведены в таблице 3.

Основные параметры аналогового датчика напряжения ДН 424Н06-0,05/0,1 НПО «ГАММАМЕТ» приведены в таблице 4.

Основная особенность данных датчиков использование в качестве преобразователя магнитного поля (ПМП) элемента Холла. Изготовлены они в России и имеют по сравнению с зарубежными аналогами низкую стоимость при оптимальных характеристиках.

Таблица 3.

№ п/п	Наименование параметра, единица измерения	Значение параметра
1	Масса, г	900
2	Диапазон рабочих температур, °С	- 60 - +80
3	Диапазон воспроизводимых частот, кГц	0 - 100
4	Скорость нарастания выходного сигнала, А/мкс	50
5	Ток потребления, мА	30
6	Напряжение питания, В	± 15 - 24
7	Погрешность преобразования, % от I _{ном}	0,3
8	Коэффициент нелинейности преобразования, % от I _{ном}	± 0,1
9	Максимальный выходной сигнал, мА	200
10	Начальный выходной сигнал, мА	± 0,4
11	Диапазон изменения входного тока, А	0 - 1500
12	Номинальный входной ток, А	1000

Таблица 4.

№ п/п	Наименование параметра, единица измерения	Значение параметра
1	Диапазон измеряемого напряжения, В	0 - 600
2	Напряжение питания, В	24
3	Диапазон рабочих температур, °С	- 40 - +60
4	Номинальный входной ток, мА	50
5	Номинальный выходной ток, мА	100
6	Постоянная времени, мкс	50
7	Встроенный первичный резистор	
8	Встроенная схема усиления и обработки сигнала	

С целью минимизации аппаратных средств измерения крутящего момента двигателя привода буровой колонны рекомендуется контроллер:

1. С максимальным числом входных портов – 8.

2. Число входов с использованием АЦП – 4.
3. Контроллер должен иметь:
 - возможность моделирования вариационной структуры измерения,
 - цифровую индикацию не менее 12-ти разрядов,
 - возможность подключения внешних дисплейных устройств,
 - возможность построения любых типов регуляторов.
 - иметь условия настройки параметров каналов измерения и регуляторов.

Предлагается схему измерения собрать на программируемых контроллерах SIPLUS S7-200. Напряжения с датчика мощности блока умножения БУ и датчика угловой скорости подаются с помощью измерительного кабеля связи на блок сопряжения с входами аналого-цифровых преобразователей канала измерения мощности и канала измерения угловой скорости, а так же на входы вариационной структуры измерения крутящего момента. С АЦП мощности и АЦП угловой скорости информация о текущих значениях этих параметров подаётся на цифровые индикаторы и цифровой блок деления контроллера к выходу, которого подключается цифровой индикатор крутящего момента. Таким образом, с помощью каналов измерения АЦП мощности и угловой скорости возможно отслеживание с помощью контроллера текущих параметров мощности двигателя привода, скорости вращения вала редуктора и текущего значения крутящего момента на валу двигателя привода.

Окончательная функциональная схема измерения параметров крутящего момента, представлена на рис. 4, где ЦИ – цифровой индикатор, АЦП – аналого-цифровой преобразователь.

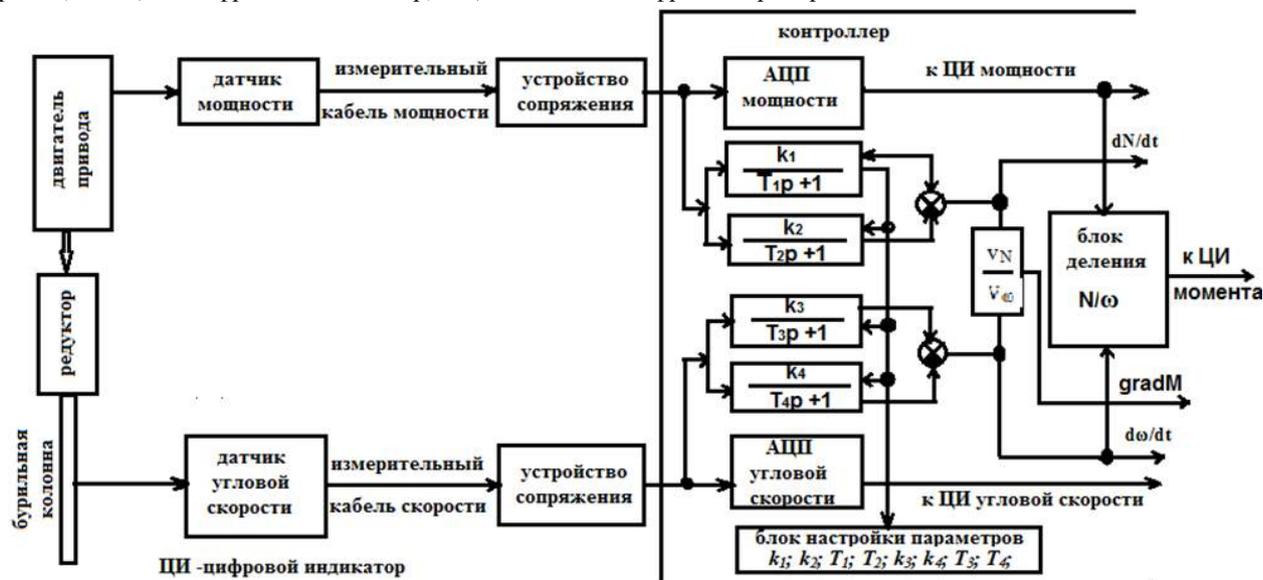


Рисунок 4 – Окончательная схема измерения крутящего момента

Если в системе управления процессом углубления скважины используется хотя бы один из этих параметров, то его текущее значение подаётся на вход ПИД-авторегулятора, смоделированного с помощью контроллера, используемого для целей управления бурением.

Выводы.

1. Способ измерения крутящего момента на валу двигателя привода и его составляющих с использованием вариационной структуры позволяет значительно минимизировать аппаратные средства измерения и управления процессом углубления скважины.

2. Измерение в процессе углубления скважины значения крутящего момента на валу двигателя привода буровой установки с выделением его составляющих, позволяет организовать управление бурением на основе этих параметров, которые являются более информативными и более полно отражают динамические процессы при работе буровой колонны в скважине.

Список литературы

1. Быков И. Ю., Заикин С. Ф., Перминов Б. А. Дифференциальная (вариационная) структура измерителя крутящего момента на валу электродвигателя буровых установок // Инженер-нефтяник. – 2011. – №2. – С. 33 – 35.

2. Быков И. Ю., Заикин С. Ф., Перминов Б. А. Оценка метрологических точностных характеристик дифференциальной (вариационной) структуры измерителя крутящего момента на валу силового привода буровых установок // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2011. – №7. – С. 14 – 16.
3. Заикин С. Ф., Перминов Б. А. Косвенный метод измерения крутящего момента // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2011. – №7. – С. 46 – 48.
4. Микромагнитоэлектроника. Т. 2 / Баранчиков М.Л. - Изд. 2-е, доп. - М.: ДМК Пресс, 2014. - 888 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТДЕЛЕНИЯ КРУПНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОТ МАССИВА ДИСКОВЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ В СВОБОДНОМ УСТУПНОМ РЕЖИМЕ РАЗРУШЕНИЯ

Полкунов Ю.Г., Лобода М.Ю.

ФГБОУ ВПО Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Производственные исследования показали, что оснащение исполнительных органов проходческого комбайна избирательного действия коническими дисковыми инструментами по сравнению с резцовыми инструментами позволили увеличить скорость подачи и сократить расход рабочего инструмента [3].

Оснащение исполнительных органов коническими дисковыми инструментами позволили увеличить сортность добываемого ископаемого и уменьшить объем штыба по сравнению с резцовым инструментом [2].

Результаты лабораторных исследований установили, что разрушение горных пород коническими дисковыми инструментами в условиях свободного режима разрушения по уступной схеме представляет собой циклический процесс. Фазы чередования - отделение крупного элемента и разрушение мелкой фракции до начальной поверхности, с которой начинается разрушение крупного элемента породы коническим дисковым инструментом, повторяются на протяжении всего процесса разрушения при заданном шаге разрушения t_p , глубины внедрения h и высоты уступа L .

Свободный режим разрушения породы коническим дисковым инструментом по уступной схеме характеризуется тем, что высота уступа намного превышает глубину внедрения $L \gg h$.

Целью работы является установление влияния геометрических и режимных параметров на процесс отделения крупных элементов коническими дисковыми инструментами от горного массива.

Для решения задач теории упругости

$$\sigma_{ij,kk} + \frac{1}{1+\nu} \sigma_{kk,ij} = 0,$$

где σ_{ij} - компоненты тензора напряжений, с краевыми условиями $t_i^{(\bar{n})} = \sigma_{ij} n_j$ использовался метод граничных элементов [1]. Поверхность разрушения строили в зоне главных напряжений $\sigma_1 > 0$, $\sigma_2 < 0$, $\sigma_3 < 0$ с использованием критерия Лебедева-Писаренко.

Краевые условия выбирались в следующем виде

$$\sigma_n = R \left(1 - \cos \frac{2\pi\eta}{\theta} \right) \left(1 - \cos \frac{(\xi + b_L)\pi}{b_L} \right),$$

где

σ_n - нормальные напряжения;

R - радиус дискового инструмента;

h - глубина внедрения;

b_L - проекция длины контакта лезвия дискового инструмента с породой по оси Ox ;

η, ξ - криволинейные координаты.

На рисунке 1 приведена типичная поверхность разрушения крупного элемента массива коническим дисковым инструментом в свободном уступном режиме разрушения.

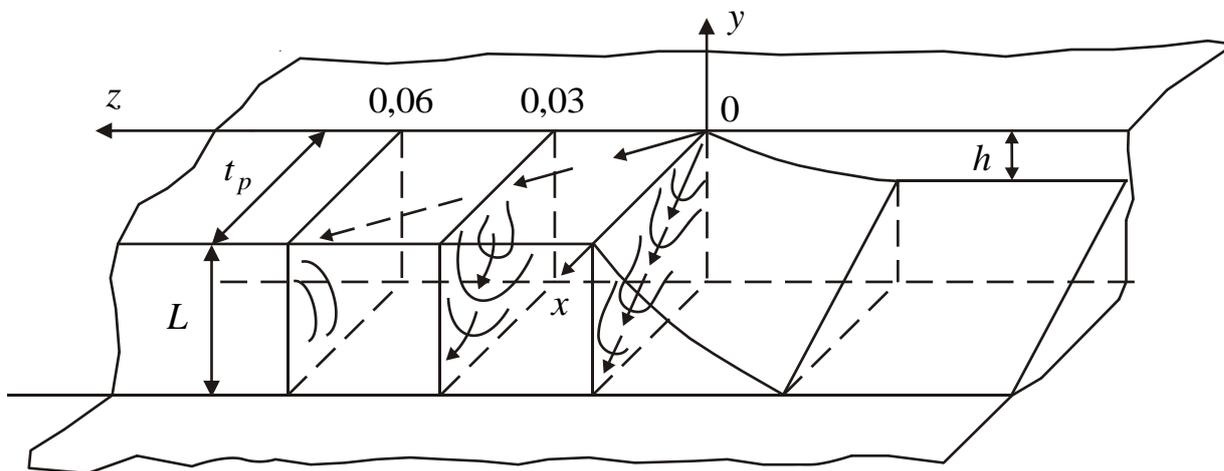


Рисунок 1 - Поверхности разрушения в условиях уступного свободного режима разрушения: $h = 0,06$ м, $t_p = 0,03$ м, $L = 0,03$

На рисунке 2 приведены формы осколков горной породы при разрушении их коническим дисковым инструментом. Объем крупного элемента в цикле определялся на основе следующих формул:

$$V_{эл} = \frac{\pi t_p L z}{6}, \text{ м}^3; \quad V_{II} = \frac{t_p L z}{6}, \text{ м}^3,$$

где

$V_{эл}$, V_{II} - объемы крупных элементов, определяемых по формулам восьмой части эллипсоида и пирамиды, соответственно;

z - координата выхода трещины в сторону свободной поверхности при разрушении породы коническим дисковым инструментом.

В результате моделирования процесса разрушения породы дисковым инструментом $D = 0,16$ м была установлена следующая функциональная зависимость координаты z , характеризующей выход трещины на свободную боковую поверхность, от режимных параметров

$$z = (3,3 + 80 t_p) + 100 h (640 t_p^2 - 90 t_p + 2,73), \text{ м}$$

при $t_p = 0,03; 0,04; 0,05; 0,06$ м; $L = t_p$, м; $0 \leq h \leq L$ м,

где

t_p - шаг разрушения, м;

h - глубина внедрения, м;

L - высота выступа, м.

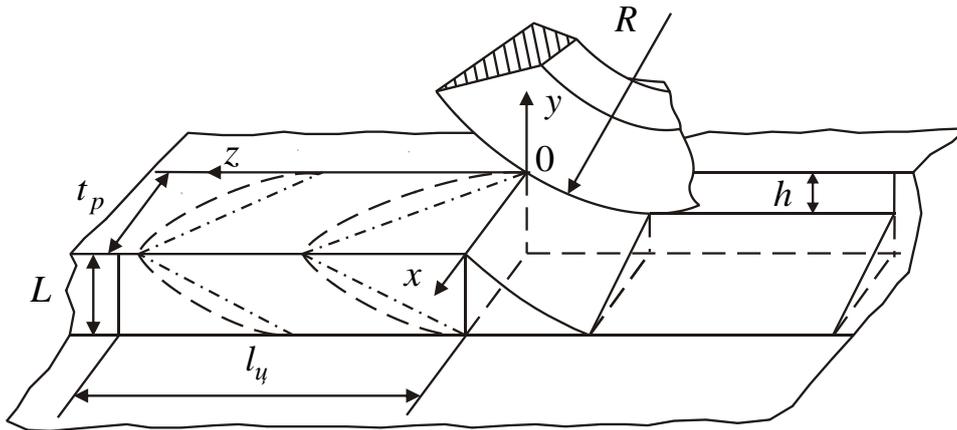


Рисунок 2 - Формы осколков и циклы разрушения

На рисунке 3 приведены результаты сопоставления экспериментальных и теоретических зависимостей объемов крупных элементов от шага разрушения t_p . Нетрудно видеть, что все экспериментальные точки лежат между верхней и нижней границами теоретических зависимостей

$$V_{эл} \geq V_{экс} \geq V_{ср} = \frac{V_{эл} + V_{II}}{2}.$$

Анализ влияния режимных параметров: шага разрушения t_p , глубины внедрения h и высоты уступа L на величину объема разрушенных крупных элементов показывает, что:

- для t_p , $L \leq 0,04$ м увеличение объемов крупных элементов возможно только с увеличением глубины внедрения h ;

- для t_p , $L > 0,04$ м увеличение объемов крупных элементов возможно с малой глубиной внедрения, когда $h \ll L$.

Таким образом, разработанная математическая модель позволяет выбирать рациональные геометрические и режимные параметры конических дисковых инструментов и исполнительного органа.

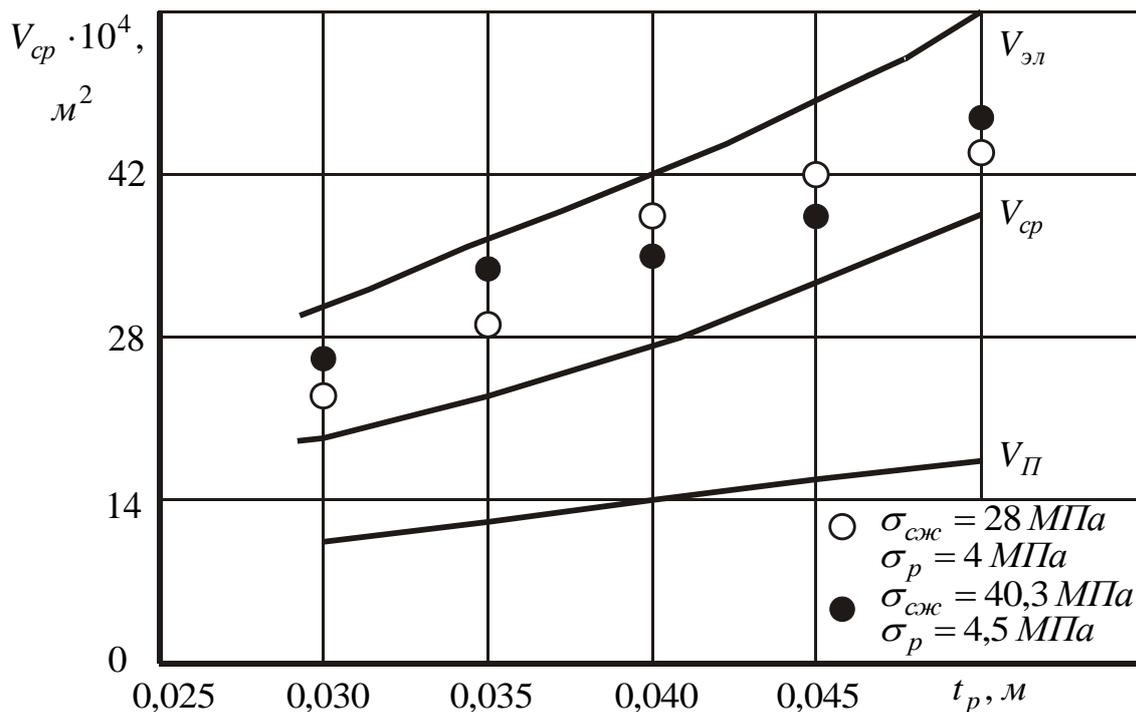


Рисунок 3 - Зависимости объемов крупных элементов от шага разрушения t_p

Список литературы

1. Бенерджи П. Метод граничных элементов в прикладных науках / П. Бенерджи, Р. Баттерфилд. – М.: Мир, 1984. – 494 с.
2. Нестеров В.И. Разрушение угольных и рудных пластов с твердыми включениями шнековыми рабочими органами / В.И. Нестеров, А.А. Хорешок, В.Н. Вернер др. – Кемерово: Кузбасс. гос. техн. ун-т., 2001. – 125 с.
3. Хорешок А.А. Расширение области применения проходческих комбайнов избирательного действия / А.А. Хорешок, Ю.Г. Полкунов, В.В. Кузнецов др.- Кемерово: Кузбасский государственный технический университет, 2000.- 36 с.

СЕКЦИЯ №7.

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)**

СЕКЦИЯ №8.

**ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)**

СЕКЦИЯ №9.

**АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)**

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

МАЛОЭТАЖНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ В ГОРОДЕ КИРОВЕ

Копосова А.Е., Вологжанина С.А.

ВятГУ, РФ, г. Киров

Аннотация: Данная статья отражает актуальную проблему внедрения малоэтажного домостроения на загородных территориях города Кирова. Цель статьи носит ознакомительный характер. Вся необходимая информация была получена в ходе теоретического исследования, на основе: анализа статистики России и города Кирова, изучения официальных публикаций администрации города Кирова, анализа рынка жилья города Кирова на 2017 год и поиска актуальных исследований в сфере малоэтажного строительства. В результате были выявлены причины возникновения проблемы малоэтажного строительства в Кирове и пути её возможного решения.

Ключевые слова: малоэтажное домостроение в Кирове, загородная недвижимость, жилищный вопрос, проблемы комплексного освоения территорий.

В последнее время все чаще можно заметить рост интереса к малоэтажному домостроительству. Жилые дома высотой в 2-3 этажа (коттеджи, таунхаусы, многоквартирные малоэтажные дома) всегда привлекали внимание жителей, уставших от плотной застройки города. Застройщики Кирова активно презентуют свои проекты целых малоэтажных микрорайонов. Многие покупатели мечтают жить, как в красочной рекламе: спокойно прогуливаться по улочкам с незаурядной архитектурой, ближе к природе, без загазованности и тесноты городской застройки, или даже построить собственный дом для всей семьи.

С чем связан возросший интерес застройщиков к малоэтажному жилью в Кирове? Как изменится жизнь в Кирове с внедрением малоэтажных микрорайонов? И какие подводные камни лежат на дне «сказочной малоэтажки»?

В современной России одной из наиболее серьезных социально-экономических проблем является жилищный вопрос. Значительная доля населения страны, особенно в крупных городах, в число которых входит Киров, испытывает потребность в приобретении собственного жилья и улучшении жилищных условий. Жилищная проблема – это состояние общества, при котором трудоспособный, законопослушный гражданин не имеет возможности заработать средства на приобретение и содержание достойного современного жилища. Проблема решения жилищного вопроса для России, являющаяся уже традиционной, переходит на первый план, становясь национальной задачей.

По данным Министерства регионального развития РФ, с 1990 года по 2010 в стране исчезло 23000 тысячи населённых пунктов, 20000 из этого числа – деревни и посёлки. Наиболее высокая их доля зафиксирована в Костромской, Тверской, Ярославской, Вологодской, Псковской, Кировской и Магаданской областях [2].

На данный момент в крупных городах сохраняется тенденция к строительству высотных зданий. Плотность населения в них растет год от года, что уже само по себе рождает некомфортное проживание в них: скопление автомобилей в час пик, нехватка парковочных мест, недостаточное количество рекреационных зон, детских площадок, не справляющиеся с объемом работ больницы и поликлиники. Город Киров не является исключением. Плотность населения в Кирове на 2017 год составляет 2954,5 чел./км².

По результатам анализа данных на основе реестра действующих разрешений на строительство многоквартирных жилых домов, выданных администрацией города Кирова [5], многоэтажные дома в Кирове занимают около 70% от всего объема, введенного в городе жилья за 2017 год. В среднем по Кировской области на малоэтажные строения приходится 30% от общего объема новостроек (см. рис.1).

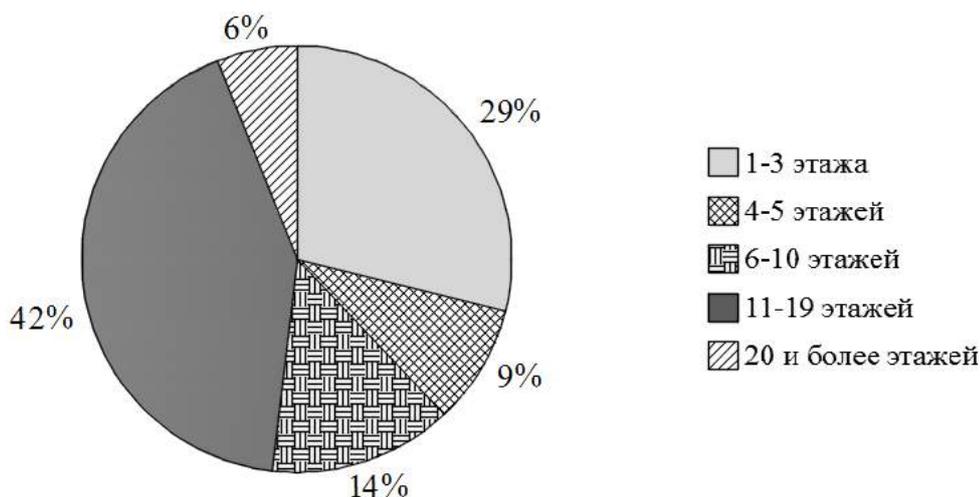


Рисунок 1. Этажность новостроек, получивших разрешение на строительство в 2017 году

Среди застройщиков в малоэтажном строительстве в г. Кирове лидируют такие компании, как «Железно», «АТЭКС», «МОДО ГРУПП», «ТехКомсервис», «Вятка-Надым». Многоквартирные дома не выше трех этажей строятся и в центральной части города, и на периферии. Например, в микрорайоне Дороничи сдан ЖК «Дороничи», в микрорайоне Урванцево строятся «Европейские улочки», ЖК «Знак». В микрорайоне Ганино сразу несколько компаний строят малоэтажные поселки. Такая же работа идет в микрорайоне Коминтерн и на выезде из Кирова за старым мостом. Ближе к Нововятскому району строится ЖК «Ёлки-park», в сторону микрорайона Радужный – ЖК «Васильки». В исторической части города и вообще разрешено строить лишь невысокие дома. Средние цены на квартиры в малоэтажных многоквартирных домах Кирова зависят от расположения (см. табл.1).

Таблица 1

Средние цены на квартиры в малоэтажных многоквартирных домах Кирова по данным интернет-базы застройщиков группы ЦИАН

Месторасположение	Материал	Средняя цена за 1 кв. м., тыс. руб.
Дороничи	Дерево	16
Красный химик	Кирпич	33
Коминтерн	Кирпич	33
Метроград	Кирпич	33,5
Урванцево	Кирпич	35
Никольская слобода	Кирпич	37
Дороничи	Кирпич	50
Ганино	Кирпич	50

Для улучшения жилищных условий государством была поставлена цель вернуться к нормальной плотности населения. Поэтому государство сейчас рассматривает малоэтажное строительство, а именно многоквартирное, как способ повысить доступность жилья для широких слоев населения и увеличить темпы строительства жилой недвижимости за городом. Кроме того, в рамках комплексного освоения удаленных территорий наиболее оптимально возводить именно невысокие жилые объекты.

Государство ставит задачу довести долю малоэтажного строительства в 2020 г. до 70% от общих объемов вводимого жилья, наличие подобных планов подтверждают в правительстве Кировской области. На сайте администрации города Кирова опубликовано решение кировской городской думы от 24 ноября 2010 г. N 46/1 «о принятии стратегии социально-экономического развития муниципального образования «город Киров» на период до 2020 года...». В документе сказано, что «Одним из факторов увеличения темпов жилищного строительства является внедрение технологий быстровозводимого малоэтажного жилищного строительства». Так же администрацией города в пункте «Жилищная политика» установлены приоритетные направления деятельности, в первую тройку которых входит «малоэтажное строительство и производство строительных материалов».

Для осуществления намеченных Кировской думой планов необходимо привлечь застройщиков Кирова на малоэтажное направление строительства. Каким же способом? В ход идет такой важный ресурс, как земля. Начиная с 2013 года, Фонд РЖС регулярно выставляет на аукционы земельные участки в Кирове под малоэтажные объекты.

Частный застройщик покупает совершенно неподготовленный земельный массив под строительство малоэтажного жилья. Компаниям сложно потянуть нагрузку по комплексному освоению данных территорий, ведь здесь и затраты на сооружение подъездных дорог, и подведение инженерных коммуникаций. В таких условиях стоимость строительства малоэтажного жилого посёлка увеличивается, по расчётам экспертов, не менее чем на 20% [3]. Поэтому крупные компании предпочитают строить «небоскребы». Ведь в «высотке» можно построить больше квартир. Для комплексного развития «малоэтажки» требуется государственная поддержка, как в сфере инфраструктуры, так и в сфере отведения земельных участков.

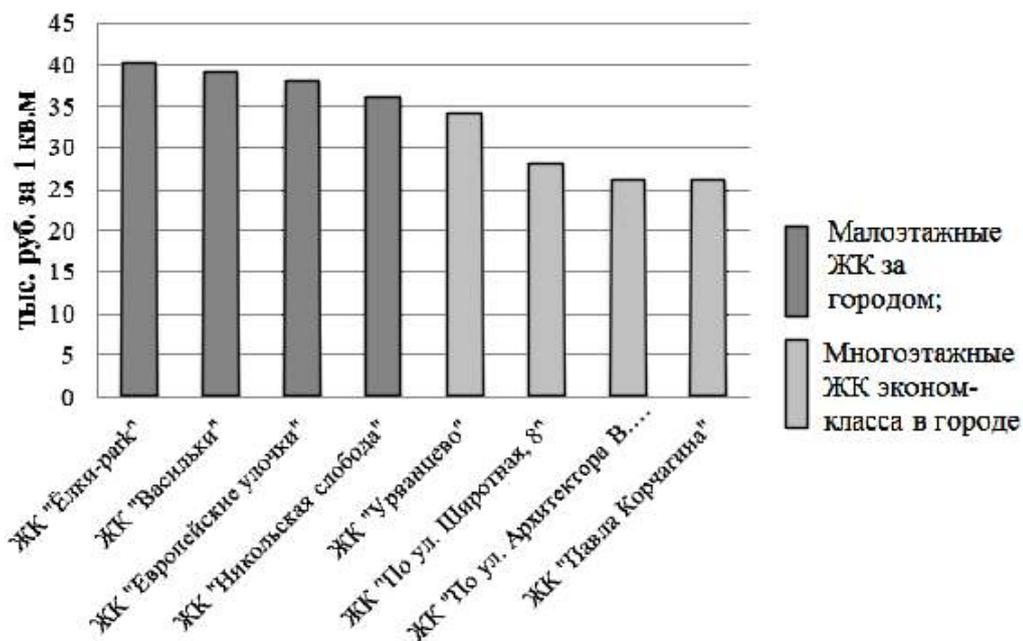


Рисунок 2. Минимальная стоимость 1 кв.м. жилья в тыс. руб. по данным интернет-базы застройщиков группы ЦИАН.

И все же, отсутствие государственной помощи в развитии малоэтажного домостроения за городом — не единственная причина, по которой данный вид жилья остается недоступным большинству жителей Кирова и области. Стоит отметить, что существующие проекты малоэтажного жилья в Кирове направлены на более дорогие классы по своему качественному составу, а комплексное строительство рассчитывается на массовый спрос, которого в дорогих сегментах быть не может. В итоге: жильё за городом дороже жилья в городе (см. рис.2). Среди участников рынка по-прежнему распространённым является ошибочное мнение о том, что рынок малоэтажного строительства — востребованный сегмент с точки зрения спроса. Но фактически востребованным он является лишь с позиции потенциального покупателя, реальный же спрос крайне незначителен.

Анализируя показатели малоэтажного строительства в Кирове, можно сделать вывод о том, что для осуществления столь масштабной цели, поставленной Кировской думой на 2020 год, необходимо решить ряд проблем:

- отсутствие необходимой государственной поддержки частных застройщиков в сфере инфраструктуры и отведения земельных участков;
- неконтролируемый рост цен на малоэтажное жильё;
- отсутствие более экономичных, но качественных решений для малоэтажных проектов.

Эксперты считают, что перспективы у малоэтажного домостроения неплохие. Но пока загородная малоэтажная недвижимость не может стать серьезной альтернативой городскому жилью эконом-класса. Убедить покупателя можно только невысокими ценами. Государство заинтересовано в развитии

малоэтажного строительства, оно должно не только регулировать этот процесс, но и вкладывать деньги в развитие инфраструктуры и в сферу отведения земельных участков.

Список литературы

1. [Электронный ресурс]: Кировская городская дума. Решение от 24 ноября 2010 г. N 46/1 о принятии стратегии социально-экономического развития муниципального образования «Город Киров» на период до 2020 года // Доступ из официального сайта «Администрации города Кирова».
2. *Бондаренко В.И., Бондаренко И.Н.* Предложения в Программу по доступному жилью // Издательский дом Строительный эксперт, 27.01.2016 URL: <https://ardexpert.ru/article/5368> (дата обращения 11.01.2018).
3. Лянгасова С. Боязнь высоты: застройщиков Кирова заманивают в «малоэтажку» // Бн-газета, 25.05.2014 URL: <https://gazeta.bn.ru/articles/2014/05/27/173223.html>.
4. Скупов Б. Малоэтажная Россия в концепциях и реалиях // Издательский дом Строительный эксперт, 25.10.2017 URL: <https://ardexpert.ru/article/10387>.
5. [Электронный ресурс]: Реестр действующих разрешений на строительство многоквартирных жилых домов, выданных администрацией города Кирова // Доступ из официального сайта «Администрации города Кирова».

ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ЗАЛОГ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Легезина А.С., Коренькова Г.В.

БГТУ им. В.Г. Шухова, РФ, г. Белгород

Для повышения энергоэффективности здания и создания оптимальных условий для комфортного пребывания людей, существует комплекс мероприятий. Одной из основных задач является необходимая теплоизоляция конструктивных элементов. Данное мероприятие позволяет снизить затраты на создание оптимального температурного режима внутреннего пространства здания. Для того, чтобы задача была выполнена на 100%, необходим профессиональный подход в выборе современных теплоизоляционных материалов [4].

В процессе строительства важна каждая деталь. Необходимо стремиться к тому, чтобы утеплитель не утяжелял конструкцию, взаимодействовал со всеми системами жизнеобеспечения, был паронепроницаемым и максимально экологичным.

На сегодняшний день строительные материалы представлены в огромном разнообразии, а современные инновационные технологии позволяют совершенствовать свойства существующих материалов и создавать новые. Разработок в области теплоизоляционных материалов достаточно много. Каждый материал данного типа обладает своими особенностями, характеристиками и специфической технологией применения, поэтому важна его систематизация. При выборе того или иного материала необходимо учесть все характеристики, которые влияют на теплопроводность и другие факторы создания оптимального микроклимата в помещении [5].

Одной из основных функций теплоизоляционных материалов является препятствие теплотерям в холодное время года и создание барьера для проникновения тепла в жаркий период.

Движение воздуха остановить невозможно, но вполне реально снизить. Есть правило: в сухом воздухе движение молекул максимально замедляется. Такое природное свойство является базисом для производства любых современных теплоизоляционных материалов. Это значит, что воздух «запечатан» любым доступным способом – в капсулах, порах или ячейках. Успешный результат по созданию материалов данного типа возможен при учете основополагающих характеристик.

Теплопроводность. Это свойство является основным. Такая характеристика показывает то количество тепла, которое способно пройти сквозь утеплитель толщиной 1 м на площади 1 м². На теплопроводность влияют несколько факторов: степень пористости, влажности, температурный уровень, особенности химического состава и многое другое.

Водопоглощение. Важный критерий выбора – свойство впитывать влагу при прямом контакте с ней. Особенно важна такая характеристика для помещений с повышенной влажностью.

Плотность. Отношение массы сухого материала к его объему, определенному при заданной нагрузке. Показатель плотности влияет на степень утяжеления конструкции и на массу.

Биологическая устойчивость. Биоустойчивый материал препятствует развитию плесени, грибов и болезнетворных микроорганизмов.

Теплоемкость. Параметр важен в климатических условиях с резкой и частой сменой температур. Хорошая теплоемкость свидетельствует о возможности аккумулировать максимальное количество тепла.

Кроме основополагающих параметров выбора, существует множество других, таких как морозоустойчивость, уровень пожаробезопасности, гибкость и многое другое.

Особая характеристика теплоизоляционных материалов – виды исходного сырья. В зависимости от этого их делят на неорганические, органические и смешанные.

Все виды утеплителей имеют свои особенности, специфику технологий производства по ГОСТ и сферу применения. Используя сравнение свойств, и зная о возможных «подводных камнях» в процессе эксплуатации, можно сделать единственно правильный выбор.

Для качественной теплоизоляции часто используются неорганические теплоизоляционные материалы. К ним относится и пеностекло. Уникальность технологии производства по требованиям ГОСТ заключается в сочетании двух разных веществ: классического силикатного стекла и газообразователя. Важное преимущество пеностекла – негорючесть, а также хорошие звукоизоляционные и акустические свойства. Недостатков у такого материала немного, по сути он всего один – высокая стоимость.

Проводя сравнение с другими представителями такого класса, можно говорить о достаточно большом количестве достоинств. Во-первых, пеностекло имеет низкую плотность, а это значит, что такая теплоизоляция не утяжелит конструкцию. Сравнивая с древесиной, плотность которой 550-750 кг/м³, пеностекло обладает плотностью 100-250 кг/м³, что является преимуществом. Во-вторых, теплопроводность такого материала 0,04 Вт/м²С, а это в два раза выше, чем теплопроводность древесины. Неорганическое пеностекло практически не впитывает воду, а показатель паропроницаемости стремится к нулю. Одно из самых ценных качеств, которым обладает пеностекло, – это экологичность.

Проводя сравнение с полипропиленом или поливинилхлоридом, можно отметить высокую степень химической инертности. Если говорить о показателе биологической стойкости, то пеностекло имеет показатели лучше, чем органические материалы для теплоизоляции. Данный материал не подвержен воздействию плесени, грибов, грызунов.

Особые качества обеспечивают долгий срок службы: производители заявляют долговечность до 100 лет. Коэффициент возможной деформации пеностекла приближен к бетону или кирпичу, поэтому он может использоваться для их облицовки. Пеностекло выпускается в блочном или гранулированном виде. Последнее может использоваться в качестве утеплителя в полости стен.

Минеральная вата – материал, являющийся классикой утепления, представляет собой неорганические теплоизоляционные материалы. Он получил широкое распространение во многих видах строительства. Терминология объединяет все утеплители, которые состоят из волокон и представляют класс минеральных утеплителей по стандарту (каменная или базальтовая вата, роквул). Основа – доломиты или базальт. В результате расплавления минеральных волокон, происходит их скрепление специальным связующим веществом, которым, как правило, является фенолформальдегидная смола. Минеральный материал используется для теплоизоляции домов. Он экологичен и обладает способностью «дышать» (пропускает воздух), но только в тех случаях, когда производство выполняется строго по ГОСТ, без вредных примесей и добавок. При контакте роквула с огнем происходит только склеивание волокон, что препятствует его распространению.

Стекловата представляет неорганические теплоизоляционные материалы и используется в строительстве достаточно давно. Если провести сравнение, то можно сказать, что современная стекловата претерпела некоторые изменения, но технология, определенная стандартом, осталась неизменной. Вторичное стекло и песок под воздействием высоких температур вытягиваются в волокна, которые связующими веществами соединяются в единое полотно, внешне напоминает рулонный войлок.

Стекловата представляет теплоизоляционные и акустические материалы, а также имеет достойные звукоизоляционные свойства. Применение возможно в любых отраслях и видах строительства. Монтаж утеплителя должен выполняться в соответствии с нормами безопасности и при правильной организации труда. Стекловата – материал негорючий, поэтому имеет высокие показатели пожаробезопасности.

Основным минусом является повышенная хрупкость, чтобы в работе материал не разделялся на части, маты прошивают. После монтажа данный материал закрывают листами ДСП, гипсокартона или другими отделочными материалами [1, 2, 3].

Область применения теплоизоляции чрезвычайно широка. Утеплители необходимы для продолжительной и удобной эксплуатации промышленных и жилых объектов, коммуникаций и воздуховодов, а также многих других инженерных комплексов. Широчайший выбор теплоизоляционных материалов, предлагаемый сегодня потребителю, позволяет отобрать наиболее подходящий для решения поставленных задач.

Список литературы

1. Обзор современных теплоизоляционных материалов: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://remontami.ru/sovremennye-teploizolyacionnye-materialy/> (дата обращения: 25.03.18).
2. Современная теплоизоляционные материалы: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lestnitsygid.ru/bezopastnost/tipy-sovremennyx-teploizolyacionnyx-materialov.html> (дата обращения: 25.03.18).
3. Современные утеплители для стен: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pro-uteplenie.ru/mesta/steny/412-sovremennye-utepliteli-dlya-sten> (дата обращения 25.03.18).
4. Тарасенко В.Н., Денисова Ю.В. Проблемы энергосбережения в России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №11. С. 63-68.
5. Черныш Н.Д., Коренькова Г.В., Митякина Н.А. Некоторые аспекты повышения эффективности теплоизоляционных систем при проектировании ограждающих конструкций // Проблемы оптимального проектирования сооружений. Доклады I Всероссийской конференции. – Новороссийск. 2008. С. 427-434.

СОВРЕМЕННЫЕ ТОРГОВЫЕ ЦЕНТРЫ В ГОРОДАХ РОССИИ

Михеев С.А.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ), г. Воронеж

Строительство – это одна из самых сложных сфер деятельности человека, начиная с небольших сооружений и заканчивая атомными станциями. Прогресс не стоит на месте - технологии идут вперед, а значит возрастает и спрос на квалифицированный персонал, который обеспечивает требуемое качество работ при огромных объемах современного строительства.

В нашей стране очень большое количество крупных городов, в которых сейчас требуется обеспечить сочетание старых зданий и нового строительства. Это сложная задача, ведь от этого зависит облик города в целом.

Сейчас самым преуспевающим регионом в обновлении застройки является Москва, на большинстве больших улиц убрали отдельно стоящие павильоны, палатки и ларьки, которые портили облик улиц и мешали жителям передвигаться по тротуарам. Альтернативой для палаток и ларьков служат компактные торговые центры, в которых размещаются небольшие сетевые магазины и индивидуальные предприниматели.

Но и другие города в настоящее время стараются не отставать, примером сочетания "старого и нового" может послужить проектируемый торговый центр на 466 посетителей в г. Брянск, который будет расположен на проспекте. Предназначен он для того, чтобы объединить небольшие торговые точки в одну. Это будет одним из этапов обновления города.

Из статистики видно, что в г. Брянск стало расти количество жителей, а это потребует строительства жилых домов, как в действующей, так и в новой застройке [1]. При развитии жилья, требуются и такие небольшие ТЦ, которые позволяют сконцентрировать торговлю и органично вписываются в облик района застройки.

Новый торговый центр в данном районе совершенно отличается по сравнению с местными ТЦ. Большинство действующих центров, это есть не что иное как одноэтажные магазины на 1-м этаже жилого

дома, либо старые двухэтажные небольшие здания с несколькими магазинами, не имеющими упорядоченности по типу торговли и по компоновке. Проектируемый торговый центр делает акцент на распределение товаров и удобство посещения гражданами, так как будет иметь 4 этажа, предназначенных для определенного вида торговли, а это позволит распределить потоки покупателей, что не будет создавать толпы и дезориентировать человека. Плюс ко всему в новом строительстве уже учтено все необходимое для маломобильных групп населения, что так же необходимо как для новых районов, так и действующей застройки.

Особенности компоновки заключаются в том, что на первом этаже предусмотрено помещение для сетевого магазина, таких как «Магнит» или «Пятерочка», которые очень популярны среди населения, а также располагаются три бокса автомойки, что будет очень удобно для посетителей центра и позволит им экономить время; остальные три этажа центра имеют свободную планировку, т.е. не ставят арендаторов в определенные рамки, каждый может взять ту площадь, которую он считает наиболее выгодной для торговли тем или иным товаром. Торговый центр имеет четыре этажа, что дает возможность сгруппировать товары по назначению, ведь это сильно влияет на удобство посещения центра. Стоит отметить, торговый центр имеет небольшие размеры в плане - это позволит вписать его на свободный от застройки участок, и не потребует переноса и реконструкции соседних зданий и дорог.

Нельзя не сказать и про безопасность, что актуально после трагических событий в г. Кемерово [2]. Данная трагедия показала насколько необходимо прорабатывать пожарную безопасность и системы предупреждения нештатных ситуаций. При проектировании торгового центра в г. Брянск сделан акцент на небольшие размеры в плане и наличие двух лестничных клеток по разные стороны центра, что позволит всем посетителям быстро покинуть помещение при пожаре. Все применяемые материалы способны обеспечить требуемую огнестойкость и безопасность, так же в проектируемом центре используются современные системы оповещения и пожаротушения.

Даже начиная с малого, примером служит ТЦ в г. Брянск, начинается новый период в становлении современного облика городов России, ведь грамотное сочетание старой классической архитектуры с новым современным строительством позволит сделать города привлекательнее и удобнее как для граждан, так и для туристов. В настоящее время строительство одно из самых важных направлений в развитии регионов страны. При строительстве идет рост рабочих мест, развиваются новые районы, идет рост населения, что является залогом успеха государства.

Список литературы

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/брянск>
2. <https://www.kem.kp.ru/daily/26810.7/3846077/>

ОСОБЕННОСТИ ИЗЪЯТИЯ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ НУЖД НА ТЕРРИТОРИИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Орбелян Г.А., Зверева М.А.

ДВФУ, РФ, г. Владивосток

На сегодняшний день в Приморском крае активно развивается дорожная инфраструктура. В 2012 году Администрацией Приморского края принято Постановление от 7 декабря 2012 года «Об утверждении государственной программы Приморского края "Развитие транспортного комплекса Приморского края" на 2013 – 2021 годы» [3].

В программу развития входит один из важнейших проектов Приморского края – строительство автомобильной дороги Владивосток– Находка – порт Восточный. Данный проект улучшит обслуживание грузопотока, который вырастит вследствие активизации крупных инвестиционных проектов, увеличится скоростной режим, вследствие чего заметно сократится время пребывания в пути.

Значимость этого проекта предопределило изъятие земель для краевых нужд. Для строительства дороги принято распоряжение Департамента земельных и имущественных отношений Приморского края от 26 ноября 2014 года № 3009-рз «Об изъятии земельных участков в целях строительства автомобильной

дороги Владивосток – Находка – порт Восточный на участке км 18+500 – км 40+800 в Приморском крае, расположенных в Артемовском городском округе и Шкотовском муниципальном районе».

При изъятии земель для государственных нужд проводится возмещение убытков землевладельцам, землепользователям и собственникам изымаемых земельных участков, а также арендаторам (в т.ч. упущенная выгода), в порядке, предусмотренном гражданским законодательством [2]. Размер возмещения определяется не позднее, чем за 60 дней до направления правообладателю проекта соглашения об изъятии.

При строительстве данной дороги возникли сложности при изъятии одного из участков, так как собственник не был согласен с размером возмещения понесенного убытка. При расчете убытков принимается во внимание вид разрешенного использования (ВРИ) на дату, предшествующую началу процедуры изъятия.

До процедуры изъятия указанный земельный участок, площадью 17 216 кв.м, являлся частью большого земельного участка площадью 29 994 кв.м, который, согласно Свидетельству о государственной регистрации права, имел категорию земель – земли сельскохозяйственного назначения, разрешенное использование: для организации крестьянского хозяйства.

Одно из условий раздела земельного участка на два и более – изначальное целевое назначение не должно меняться. После выдела из вышеуказанного участка целевое назначение не изменилось, однако правообладатель сменил вид разрешенного использования на универсальные спортивно-зрелищные и развлекательные комплексы (Свидетельство о государственной регистрации права и кадастровый паспорт земельного участка от 20 ноября 2014 года). Однако, земли сельскохозяйственного назначения не могут иметь вид разрешенного использования – универсальные спортивно-зрелищные и развлекательные комплексы.

На сегодняшний день, согласно Публичной кадастровой карте и Свидетельству о государственной регистрации права от 2015 года, исследуемый земельный участок входит в земли населенных пунктов, разрешенное использование – для размещения объектов делового назначения, в том числе офисных центров.

При размере возмещения рассчитывается рыночная стоимость земельного участка исходя из вида разрешенного использования земельного участка на день, предшествующий дню принятия решения об изъятии земельного участка [1]. Решение об изъятии было принято в ноябре 2014 г. Вышеуказанный земельный участок на дату изъятия имел категорию земель – земли сельскохозяйственного назначения.

В земельном кодексе указано, что, если после уведомления правообладателя об изъятии земельного участка, осуществлено строительство объектов недвижимости на данном земельном участке, то они не подлежат учету при определении возмещения (за исключением случаев, если это строительство осуществлялось на основании ранее выданного разрешения на строительство).

Департаментом транспорта и дорожного хозяйства Приморского края было подано исковое заявление в Артемовский городской суд Приморского края, после отказа собственника от рассчитанной суммы возмещения. Собственник в свою очередь подал ходатайство о назначении оценочной экспертизы с определением стоимости земельного участка, именно по тому виду разрешенного использования и категории земель, указанных в свидетельстве 2015 года.

Условия и порядок изъятия, в том числе путем выкупа, земельных участков для государственных или муниципальных нужд устанавливаются ст.55 ЗК РФ. Согласно данной статье принудительное отчуждение земельного участка для государственных или муниципальных нужд может быть проведено только при условии предварительного и равноценного возмещения стоимости земельного участка на основании решения суда.

По мнению суда, если собственник не согласен с предложенной стоимостью изымаемого участка или выкупная цена не указана в решении об изъятии (и стороны не согласовали выкупную цену), то суд определяет стоимость объекта исходя из его рыночной стоимости на момент рассмотрения спора.

При определении рыночной стоимости могут применяться три метода: сравнительный, затратный и доходный. В приведенном примере оценщик будет сравнивать земельные участки с различным ВРИ. Но при этом необходимо проводить корректировку стоимости.

На основании выше сказанного предлагается следующее. Правообладателю для исключения судебных споров не следует менять вид разрешенного использования изымаемого земельного участка или категорию земель после принятия решения об изъятии земельных участков для государственных или муниципальных нужд.

Возможно, также внести в ЗК РФ пункт, что при подаче иска в суд о пересмотре суммы убытков собственник получит возмещение за тот вид (катеорию), который был установлен до принятия решения об

изъятии земельных участков для государственных или муниципальных нужд, будучи проинформирован о таком решении. Таким образом, суд будет вправе отказать в таком вопросе.

Помимо прямо перечисленных в Земельном кодексе убытков правообладатель вправе получить компенсацию упущенной выгоды [1, п. 2 ст. 56.8]. Расчет этой составляющей компенсации, в Земельном кодексе не представлен. Особенно важно также восстановить, утратившим силу, постановление о возмещения не только убытков, но и потерь при изъятии для государственных и муниципальных нужд земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения.

Список литературы

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 №136-ФЗ (ред. от 31.12.2017)// Собрание законодательства РФ. – 2001. – №44. – Ст. 4147.; Российская газета. – 2001. – 30 окт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/;
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 №51-ФЗ (ред. от 29.07.2017) // Российская газета. – 1994. – 8 дек.; Собрание законодательства РФ. – 1994. – №32. – Ст. 3301. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/;
3. Об утверждении государственной программы Приморского края "Развитие транспортного комплекса Приморского края" на 2013 - 2021 годы: Постановление Администрации Приморского края от 7 декабря 2012г. №394 (с изм. от 25.12.2017) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/494223136>;
4. Обзор судебной практики по делам, связанным с изъятием для государственных или муниципальных нужд земельных участков в целях размещения объектов транспорта (утв. Президиумом Верховного Суда РФ 10.12.2015) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vsrf.ru/Show_pdf.php?Id=10551.

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИДЕНТИФИКАЦИИ ИНДЕКСА РАСПЛАВА ПОЛИЭТИЛЕНА

Гильванова А.М.

УГНТУ, РФ, г. Уфа

Производство полимеров представляет собой сложный технологический процесс с большим количеством датчиков и исполнительных механизмов. Реологические характеристики полиэтилена формируются в течение всего технологического процесса, поэтому для их формирования необходимо располагать информацией о состоянии всех параметров процесса. Однако, технически удовлетворить этому требованию достаточно сложно и необходимо ограничиться некоторым доступным для измерения множеством параметров. В зависимости от конкретной принятой модели индекса расплава (ИР) для его идентификации могут быть взяты различные параметры. В частности, в работе, для определения ИР используются только те параметры, которые измеряются на конечной стадии получения гранул полимера из жидкого расплава. Ниже представлена эта часть установки и параметры, измеряемые для идентификации ИР (Рисунок 1). Если использовать параметры, характеризующие процессы в реакторе, то можно построить и прогностические модели ИР.

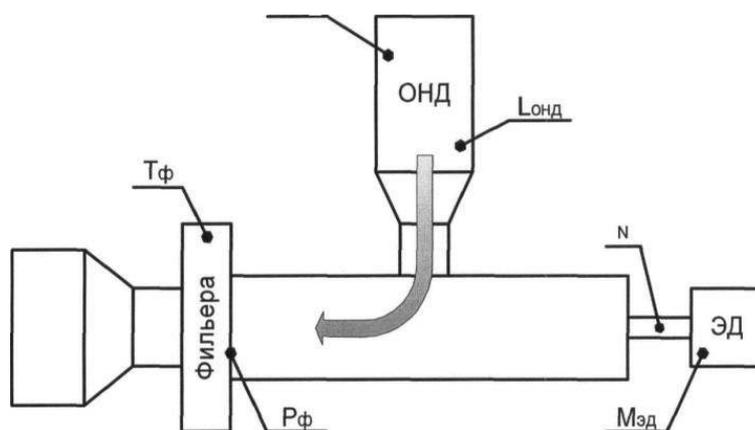


Рисунок 1 – Схема установки

На рисунке 1: ОНД — отделиватель низкого давления; ЭД — электродвигатель; T_f — температура фильеры, °C; $P_{онд}$ — давление в отделе низкого давления, кг/м²; $L_{онд}$ — уровень в отделе низкого давления, см; N — число оборотов, об/мин; P_f — давление перед фильерой, кг/м²; $M_{эд}$ — потребляемая мощность электродвигателя, Вт.

Эту модель в первом приближении можно перенести на модель лабораторного устройства, измеряющего ИР. В лаборатории разогретый до определенной температуры полимер пропускают через калиброванное отверстие под определенным давлением за определенный интервал времени и определяют вязкость. Затем по таблицам определяют значение ИР.

Эту модель в первом приближении можно перенести на модель лабораторного устройства, измеряющего ИР. В лаборатории разогретый до определенной температуры полимер пропускают через калиброванное отверстие под определенным давлением за определенный интервал времени и определяют вязкость. Затем по таблицам определяют значение ИР.

В данном случае в качестве калиброванного отверстия выступает фильера, температура и давление на ней известны, а скорость прохождения через фильеру определяют по косвенным параметрам — давлению в ОНД, уровню в ОНД и мощности, развиваемой двигателем, приводящем в движение экструдер.

Для анализа параметров технологического процесса производства полиэтилена необходимо составить базу данных. В существующем процессе производства ИР определяется только в лабораторных условиях. В процессе производства полиэтилена готовый продукт поступает в лабораторию и накапливается в специальном накопителе в течение часа. Каждый час происходит опорожнение накопителя. Содержимое накопителя перемешивается и на анализ берется небольшая часть его объема. В результате получается условно средний ИР этой порции. Причем, так как на анализ берется только малая часть, сказать, что это среднее всей порции, достаточно сложно. Так же сложно определить момент времени, к которому эта проба относилась в течение часа. Поэтому для составления базы данных организуется специальный цикл взятия проб полиэтилена на анализ непосредственно из-под сита в известный момент времени.

Поскольку на определение ИР лабораторным способом уходит значительное время, то корректное составление БД — достаточно трудная задача. Возникают сложности с синхронизацией по времени, т.к. это осуществляется вручную в ходе технологического процесса. Кроме того, неопределенность в тарировку вносит задержка по времени получения ИР в лаборатории (до 30 мин.). Последнее обстоятельство было учтено путем взятия проб непосредственно из-под сита.

Сигналы, характеризующие поведение параметров технологического процесса, представляют собой случайные процессы. Рассмотрим, как пример, сигнал — давление в отделе низкого давления (рисунок 2).

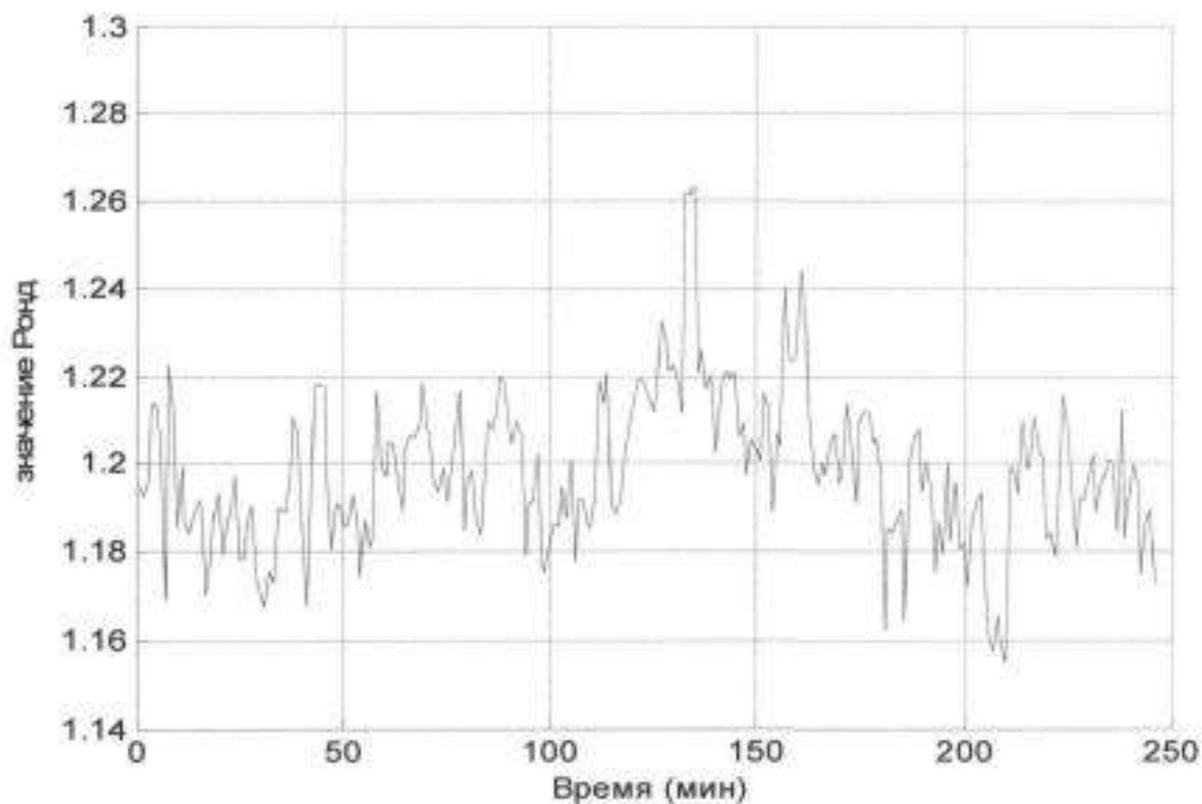


Рисунок 2 – Поведение сигнала $P_{онд}$

Для формирования требований к идентификации ИР необходимо знать основные характеристики параметров технологического процесса. В первую очередь, на основании спектрального анализа установим, что параметры, используемые в технологическом процессе, представляют собой детерминированный хаос. Кроме того, знание частотных характеристик позволит обоснованно сформулировать требования к полосе пропускания идентификатора, определить динамические погрешности, вносимые обработкой сигналов

Решение вопроса о характере параметров можно возложить на спектральный анализ. Для анализа частотных характеристик сигналов воспользуемся прямым преобразованием Фурье (рисунок 3).

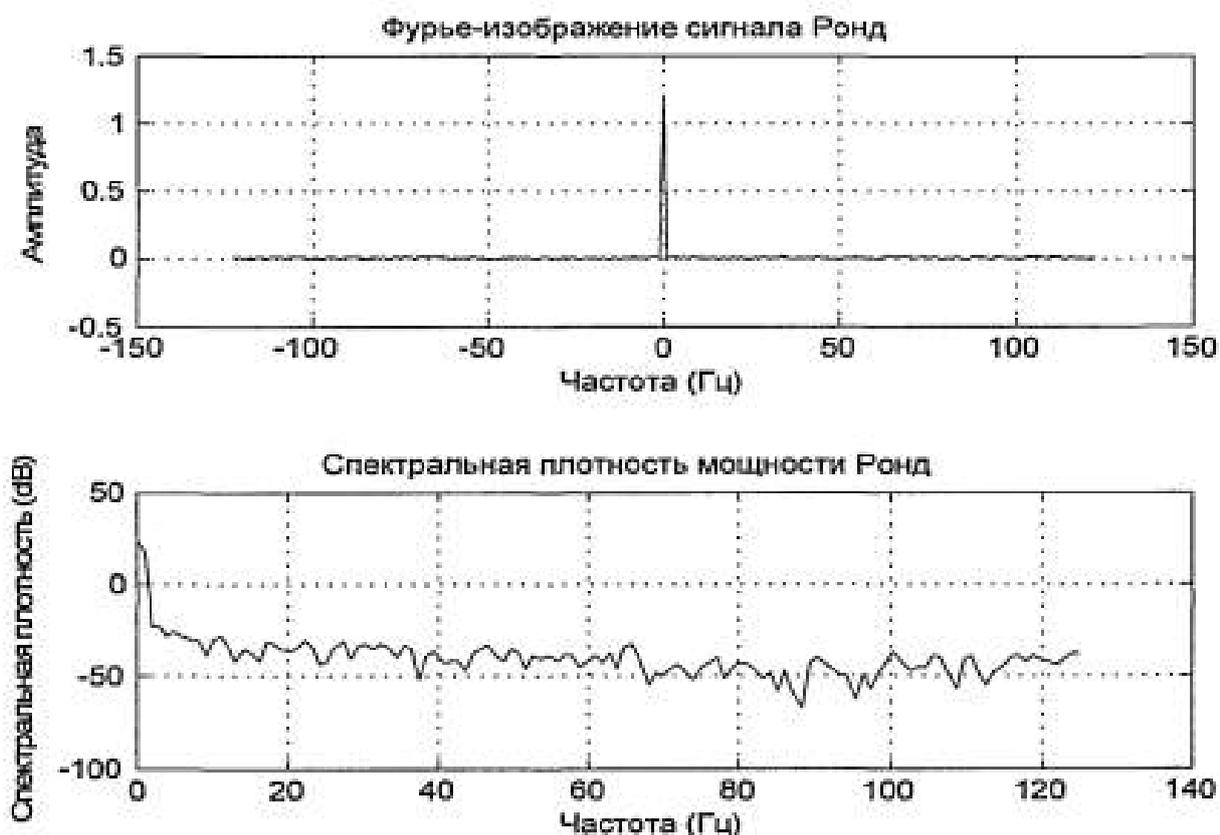


Рисунок 3 – Фурье-изображение и спектральная плотность P_{ono}

Анализ частотных характеристик сигналов показывает, что основная мощность сигналов приходится на постоянную составляющую и инфранизкие частоты, что говорит о том, что сигналы могут быть использованы для формирования автоматического управления процессом производства полиэтилена. Также то, что диапазон сигналов лежит в области инфранизких и низких частот (0-15 Гц), является основой для выбора структуры и параметров фильтров сигналов.

Список литературы

1. ГОСТ 16337-77. Полиэтилен высокого давления. Технические условия. [Электронный ресурс]. – URL: <http://internet-law.ru/gosts/gost/5416/> (дата обращения: 10.05.2018).
2. Особенности технологии производства полиэтилена // [Электронный ресурс], режим доступа: <https://polimerinfo.com/polietilen/tehnologiya-proizvodstva-polietilena.html> (Дата обращения: 15.05.2018 г.)
3. Производство полиэтилена // [Электронный ресурс], режим доступа: http://www.niihimash.ru/napravlenija_dejatelnosti/kompleksnoe_proektirovanie/proizvodstvo_polijetilena/ (Дата обращения: 20.05.2018 г.)

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

СЕКЦИЯ №13.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

**СЕКЦИЯ №14.
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)**

**СЕКЦИЯ №15.
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)**

**СЕКЦИЯ №16.
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)**

**СЕКЦИЯ №17.
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)**

**СЕКЦИЯ №18.
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)**

**СЕКЦИЯ №19.
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)**

**СЕКЦИЯ №20.
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЭЛЕМЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ
ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ИХ ВИЗУАЛЬНОГО КАЧЕСТВА**

Воронцов Е.А.

МТУ, РФ, г Москва

В современном мире практически ни одна отрасль человеческой деятельности не обходится без использования информационных систем, направленных на обработку и анализ информации [1,2]. Одним из перспективных направлений развития информационных систем является решение задач обработки изображений. В медицине это исследование рентгеновских снимков, в охранном деле это обработка изображения с видеокамер, в торговом-розничном секторе это обработка считывающими устройствами изображений штрихкодов, в банковском деле это обработка изображений купюр и т.д. Целью данной работы является описание и демонстрация уже разработанных [3–6] и хорошо зарекомендовавших себя методов визуального улучшения качества изображений. К таким методам, например, относятся поэлементная обработка изображения, которая позволяет произвести коррекцию контраста и гаммы.

В работе будем использовать следующую модель изображения: изображение состоит из пикселей (элементов) расположенных с равным шагом в узлах прямоугольной сетки размера $m \times n$. Каждый элемент изображения обладает тремя компонентами, формирующими его цвет. Три компонента, из которых по определённому правилу формируется цвет, называются *цветовой моделью*. Существуют множество цветовых моделей. Самые распространённые из них: RGB (яркость и две цветоразностные компоненты), YCbCr (яркость и две цветоразностные компоненты), HSV (тон, насыщенность и яркость). В цветовой модели RGB цвет формируется на основе смешивания красной, зелёной и синей его

составляющих. Цветовая модель YUV состоит из компоненты, отвечающей за яркость, а также двух цветоразностных компонент. Цветовая модель YCbCr схожа с YUV, но цветоразностные компоненты вычисляются иначе. В цветовой модели HSV три компоненты соответственно отвечают за тон, насыщенность и яркость и поэтому эта цветовая модель часто применяется для обработки изображений. Стоит отметить, что в компьютере изображения в не сжатом виде в основном представляются с использованием цветовой модели RGB. Эта модель не совсем удобна в использовании при улучшении визуальных качеств изображения. Прежде всего, это обусловлено тем, что человеческий глаз гораздо лучше воспринимает изменение яркости, нежели цветности. Поэтому обработку изображений будем производить с использованием цветовой модели YUV, так как здесь имеется компонента, отвечающая за яркость. Другой важной особенностью выбранной цветовой модели является то, что компоненты YUV можно получить линейным преобразованием компонент RGB и наоборот. Если предположить, что в компьютерном представлении на каждую компоненту в цветовой модели RGB отводится 8 бит (т.е. каждая компонента может принимать значение от 0 до 255), то преобразование цвета из RGB в YUV будет следующим:

$$\begin{aligned} Y &= 0.299R + 0.587G + 0.114B; \\ U &= -0.14713R - 0.28886G + 0.436B + 128; \\ V &= 0.615R - 0.51499G - 0.10001B + 128. \end{aligned} \quad (1)$$

Обратное преобразование из YUV в RGB:

$$\begin{aligned} R &= Y + 1.13983(V - 128); \\ G &= Y - 0.39465(U - 128) - 0.58060(V - 128); \\ B &= Y + 2.03211(U - 128). \end{aligned} \quad (2)$$

Теперь рассмотрим, что представляет собой поэлементная обработка изображения. Она заключается в следующем: к каждому элементу изображения применяется в общем случае нелинейное преобразование. Пусть $f(i, j)$, $g(i, j)$ и $h(i, j)$ – исходные компоненты цвета элемента, $f'(i, j)$, $g'(i, j)$ и $h'(i, j)$ – преобразованные компоненты цвета элемента, а $F_1(x, y, z)$, $F_2(x, y, z)$ и $F_3(x, y, z)$ – функции, осуществляющие нелинейное преобразование. Тогда поэлементную обработку математически можно описать следующими уравнениями:

$$\begin{aligned} f'(i, j) &= F_1(f(i, j), g(i, j), h(i, j)); \\ g'(i, j) &= F_2(f(i, j), g(i, j), h(i, j)); \\ h'(i, j) &= F_3(f(i, j), g(i, j), h(i, j)). \end{aligned} \quad (3)$$

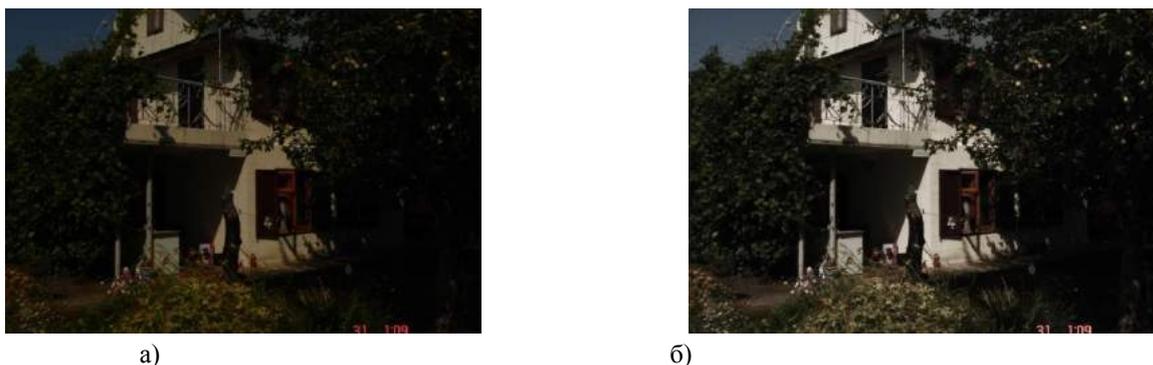
К поэлементной обработке изображения относятся два часто применяемых на практике метода улучшения качества изображения: линейное контрастирование и степенное преобразование яркости.

Рассмотрим метод линейного контрастирования. Этот метод позволяет усилить контрастность изображений, у которых яркость изменяется в узком диапазоне значений. Этот метод состоит в линейном масштабировании исходного диапазона на максимально возможный диапазон изменения яркости. Пусть Y_{\min} и Y_{\max} соответственно минимальное и максимальное значение яркости по изображению, $Y(i, j)$ и $Y'(i, j)$ соответственно исходная и пересчитанная яркость. Пусть яркость может меняться в диапазоне от 0 до 255. Тогда новую яркость любого элемента изображения можно получить по следующей формуле:

$$Y'(i, j) = \frac{Y(i, j) - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}} \cdot 255. \quad (4)$$

Легко проверить, что $Y'(i, j) \in [0, 255]$. Пример линейного контрастирования можно увидеть на рисунке 1.

Пример линейного контрастирования можно увидеть на рисунке 1



а)

б)

Рисунок 1 – Пример линейного контрастирования.
а) исходное изображение, б) преобразованное изображение

Теперь рассмотрим степенные преобразования яркости. Это преобразование позволяет произвести гамма-коррекцию. Это преобразование выглядит следующим образом:

$$Y'(i, j) = \alpha [Y(i, j) + \beta]^\gamma, \quad (5)$$

где α , β и γ – неотрицательные константы. Стоит отметить, что значения $Y'(i, j)$ могут выйти за допустимый предел изменения и тогда необходимо будет произвести масштабирование по формуле (4). Пример гамма-коррекции с параметрами $\alpha = 1$, $\beta = 0$ и $\gamma = 1,5$ можно увидеть на рисунке 2.1

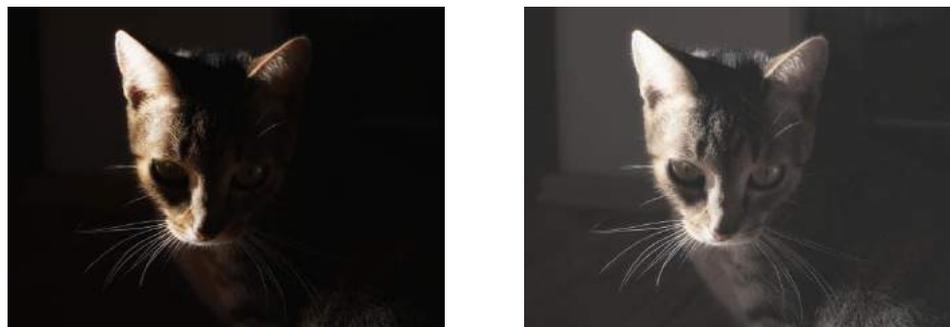


а)

б)

Рисунок 2.1 – Пример гамма-коррекции.
а) исходное изображение, б) преобразованное изображение

Пример гамма-коррекции с параметрами $\alpha = 1$, $\beta = 0$ и $\gamma = 1,5$ можно увидеть на рисунке 2.2



а)

б)

Рисунок 2.2 – Пример гамма-коррекции.
а) исходное изображение, б) преобразованное изображение

Список литературы

1. Шмелева А.Г., Ладынин А.И., Бахметьев А.В. Программная реализация метода экспертных оценок форсайт-проектов. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки». – М: «Перо», 2016, С. 534-537.
2. Шмелева А.Г., Ладынин А.И., Бахметьев А.В. Некоторые аспекты формирования стратегических решений развития предприятия // В сборнике: Международная научно-техническая конференция «Информатика и технологии. Инновационные технологии в промышленности и информатике» («МНТК ФТИ-2017») Сборник научных трудов. Под редакцией Булатова М.Ф., 2017. С. 325-327.
3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений, – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
4. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. — М.: Мир, 1982. — Кн. 1 — 312 с.
5. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. — М.: Мир, 1982. — Кн. 2 — 312 с.
6. Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю. Компьютерная обработка и распознавание изображений: учеб. пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.

О РАЗВИТИИ И СОЗДАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСАВТОИНСПЕКЦИИ

Голодков Ю.Э., Власов И.Н.

ФГКОУ ВО ВСИ МВД России, РФ, г. Иркутск

Решению проблем обеспечения безопасности дорожного движения в Российской Федерации способствует внедрение автоматизированных информационных систем. Начиная с конца 90-х годов, в практической деятельности подразделений Государственной инспекции безопасности дорожного движения (ГИБДД) МВД России используется информационно-поисковая система розыска транспортных средств. Эта система базируется на данных сети региональных и межрегиональных центров, позволяет обеспечивать оперативный доступ в реальном масштабе времени в федеральные базы данных разыскиваемых транспортных средств, специальной продукции, документов и лиц. Поиск возможен по каналам связи как с контрольных постов полиции, так и из территориальных отделов ГИБДД. В регионах организован компьютерный учет зарегистрированного автотранспорта, водительских удостоверений, дорожно-транспортных происшествий, административных правонарушений правил дорожного движения и другие учеты [1].

Благодаря современному развитию информационных технологий, повышению уровня аппаратно-программного оснащения подразделений ГИБДД, разработке систем удаленного доступа к базам данных стало возможным создание Федеральной информационной системы (ФИС) ГИБДД.

В 2016 году была сформирована правовая нормативная база по организации обмена информации подразделений ГИБДД между собой и внешними информационными системами [2]. Решены задачи хранения и загрузки данных, удаленного доступа к информационным учетам. Для создания территориально-распределенной информационной системы ФИС ГИБДД все эти компоненты были внедрены по федеральным округам РФ.

ФИС ГИБДД основана на системе управления базами данных типа ADABAS, которая известна по работе в государственных структурах с 80-х годов. ФИС ГИБДД МВД РФ представляет собой интегрированный банк данных с возможностями распределенного хранения и обработки информации обо всех объектах учета ГИБДД, зарегистрированных на всей территории Российской Федерации. Система обеспечивает оперативный доступ к необходимым данным любого пользователя из любой точки Российской Федерации в режиме реального времени и в соответствии с его уровнем и правами доступа.

На данный момент в России насчитывается более 42 миллионов автотранспортных средств, почти половина граждан (43%) имеют водительские права. До недавнего времени вся информация о зарегистрированных транспортных средствах, выданных водительских удостоверениях, административных нарушениях содержалась и обрабатывалась в нескольких слабосвязанных информационных системах Госавтоинспекции регионального и федерального уровней, что приводило к постоянным сбоям и задержкам

в работе подразделений ГИБДД. Кроме того, при таком уровне связей, было проблематично оказание в электронном виде государственных услуг, связанных с деятельностью ГИБДД (выдача прав, регистрация автотранспорта и другие) [3].

Автоматизация доступа регионов к межрегиональным ресурсам позволяет повысить раскрываемость преступлений, качественно улучшить обслуживание населения и сократить сроки принятия решения о регистрации, вновь прибывшего из соседнего региона или другого федерального округа.

Существующие в настоящее время информационные учеты федеральных баз данных формируются на основе информации, поступающей из главного информационно-аналитического центра (ГИАЦ) МВД России, Федеральной таможенной службы России, региональных подразделений ГИБДД, от производителей транспортных средств и специальной техники.

Доступ к информационным ресурсам ФИС ГИБДД централизованного хранения (федеральный и межрегиональный уровень) и копиям учетов централизованного хранения на региональном уровне осуществляется в регламентном режиме, в том числе удаленном доступе, с использованием терминалов, функционирующих по каналам сотовой GPRS/EDGE/3G/4G -связи и собственным информационным каналам системы.

Федеральная информационная система ГИБДД позволяет решать три важные задачи информационного значения [1]:

1. Обеспечение подразделений ГИБДД, подразделений органов внутренних дел Российской Федерации, органов государственной власти страны, страховщиков и их профессионального объединения информацией, содержащейся в специализированных учетах ГИБДД:

- о зарегистрированных транспортных средствах и их владельцах;
- о разыскиваемых транспортных средствах;
- о транспортных средствах, на которые наложены ограничения (запреты) на проведение регистрационных действий;
- о промаркированных транспортных средствах;
- об оформленных паспортах транспортных средств;
- о распределенной, утраченной, похищенной, выбракованной спецпродукции Госавтоинспекции, а также бланков договоров ОСАГО владельцев транспортных средств;
- о выданных водительских удостоверениях;
- о лицах, привлеченных к административной ответственности за нарушение правил дорожного движения;
- о дорожно-транспортных происшествиях;
- о других объектах и субъектах учета.

2. Обеспечение подразделений Госавтоинспекции информацией, содержащейся в централизованных учетах ГИАЦ МВД России:

- о разыскиваемых транспортных средствах;
- о лицах, объявленных в федеральный розыск.

3. Обеспечение в установленном порядке информационного обмена с подразделениями МВД России, органами государственной власти Российской Федерации, организациями и общественными объединениями.

Поисковая система ФИС ГИБДД получает поисковые реквизиты от терминала удаленного доступа, формирует запрос и может адресовать его к любому серверу этой сети. Время реакции системы доступа при обработке комплексного запроса (одновременно к нескольким учетам) составляет 3-8 секунд. Необходимо отметить, что обработка запроса собственно поисковой системой, составляет миллисекунды (несколько тысячных долей секунды), остальное время тратится на передачу информации по каналам связи [4].

Вся информация с регионов собирается в одну базу данных и хранится там благодаря техническим средствам и коммуникативным средствам Министерства внутренних дел Российской Федерации.

Однако в работе информационной системы отмечаются определенные затруднения, которые характерны для удаленных регионов страны, например, в Иркутской области и соседних регионах. При массовом использовании ресурсов системы, при попытке доступа большого количества пользователей одновременно к базам данных, происходит перегрузка главного сервера и возникают задержки в работе системы. При этом доступ к тем или иным ресурсам ограничен, что приводит к увеличению периода, отведенного для решения поставленных задач. Подобные задержки возникают в период 12:00-14:00 по местному времени, в это время активизируются пользователи западных регионов страны и наблюдается

максимальное количество попыток доступа одновременно к базам данных, что и является причиной задержек. Проводится соответствующая работа по устранению этой проблемы.

Стоит отметить повышение эффективности работы большинства подразделений ГИБДД по причине внедрения и использования ФИС ГИБДД-М. Это связано с возможностями системы и богатым функционалом, которые значительно способствуют решению поставленных перед сотрудниками ГИБДД задач. Стал доступен обмен данными между подразделениями ГИБДД в режиме реального времени: информация о регистрации автомобиля, лишении права на управление транспортным средством, информация об административных правонарушениях — все эти и многие другие данные стали мгновенно доступны в любом подразделении.

Для граждан сократилось время оказания государственных услуг и получения информации о штрафах за совершение административных правонарушений (на портале госуслуг и сайте ГИБДД), а также информации об их оплате.

Таким образом, ФИС направлена на создание единой информационной среды ГИБДД, которая повышает качество, эффективность и скорость реагирования сотрудников, а также помогает улучшить взаимодействие с другими органами исполнительной и судебной власти, с органами местного самоуправления.

Список литературы

1. Федеральная информационная система ГИБДД (ФИС ГИБДД): [Электронный ресурс]. URL: http://libraryno.ru/6-8-1-federal-naya-informacionnaya-sistema-gibdd-fis-gibdd-2015_inform_tehbologii.
2. Приказ МВД России от 5 февраля 2016 года № 60 «О порядке эксплуатации специального программного обеспечения федеральной информационной системы Госавтоинспекции». [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420339178>.
3. Развитие федеральной информационной системы ГИБДД ФИС ГИБДД-М: [Электронный ресурс]. URL: <http://ppr.ru/ru/projects/gibdd>.
4. Федеральная Информационная Система ГИБДД: [Электронный ресурс]. URL: <http://center-club.ws/threads/Федеральная-Информационная-Система-ГИБДД.25986>.

РАЗРАБОТКА ПО, МОДЕЛИРУЮЩЕГО МНОГОКАНАЛЬНУЮ СИСТЕМУ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Логинов А.А., Збандут М.О., Ефремов М.С.

Российский технологический университет (МГУПИ)

Моделирование системы массового обслуживания позволяет определить, насколько эффективно работает система. Статья посвящена задаче написания программного обеспечения для моделирования СМО.

Ключевые слова: система массового обслуживания, программное обеспечение систем массового обслуживания.

Simulation of the queuing system allows you to determine how efficiently the system works. The article is devoted to the task of writing software for modeling QS.

Keywords: queuing systems, queuing systems software

Моделирование сложных систем является перспективным направлением разработки информационных систем, направленных на обработку и анализ информации и представление закономерностей с использованием имитационных моделей [1]. Большинство биологических, экономических, социальных и других систем, с которыми человек имеет дело, обладает свойством случайности.

В практической деятельности часто приходится сталкиваться с необходимостью пребывания в состоянии ожидания. Такие ситуации происходят в аэропортах, магазинах, банках, складах, и т.д., которые являются примерами систем массового обслуживания (СМО).

Системы массового обслуживания подразделяются на:

- Одноканальные СМО имеют один канал обслуживания, а многоканальные – множество каналов обслуживания.
- Системы с отказами – системы в которых заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты получает отказ и покидает СМО и в дальнейшем обслуживании не участвует.
- Система с ожиданием – система в которых заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, встает в очередь и ожидает пока не освободится один из каналов. Системы с ожиданием подразделяются на системы с ограниченным и неограниченным ожиданием. Заявка в СМО с неограниченным ожиданием рано или поздно будет обслужена, в отличии вот СМО с ограниченным ожиданием, где на очереди накладываются те или иные ограничения.
- Однофазные системы – системы в которых каналы обслуживания являются однородными, то есть выполняют одну и ту же операцию обслуживания, в отличии от многофазных систем, каналы обслуживания в которых неоднородны и расположены последовательно, так как обслуживание состоит из нескольких последовательных фаз, на каждой из которых выполняются различные операции.

Система массового обслуживания состоит из потока необслуженных заявок, а также входящего и исходящего потоков, и определенного числа каналов обслуживания. Этими каналами могут быть врачи, кассы и т.д. Обслуживание заявки продолжается некоторое время после чего канал освобождается и снова готов к приходу следующей заявки. [2, 3].

Перед созданием проекта, использующего СМО, необходимо провести моделирование его работы.

Программа, моделирующая работу системы массового обслуживания, призвана облегчить жизнь людей, освободить им время, которое можно потратить на работу над проектом.

Программное обеспечение написано с использованием технологии JavaFX на языке Java в среде разработки IntelliJ IDEA от компании JetBrains. Виртуальная машина Java существует для таких популярных платформ, как Windows, OS X и Linux.

ПО моделирует работу одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания с ограниченным размером очереди.

На Рисунке 1 представлены параметры, которые вводит пользователь.

The image shows a window titled "Smo FX" with a standard Mac OS X title bar. Inside the window, there are several input fields and a button:

- Label: "Количество заявок:" followed by an input field containing the number "15".
- Label: "Количество каналов обслуживания:" followed by an input field containing the number "4".
- Label: "Максимальный размер очереди:" followed by an input field containing the number "2".
- Label: "Время обслуживания (в миллисекундах):" followed by an input field containing the range "[40000,60000]".
- Label: "Время между появлением заявок (в миллисекундах):" followed by an input field containing the range "[3000,5000]".
- A button labeled "Старт" (Start) at the bottom left.

Рисунок 1 – Исходные данные программы

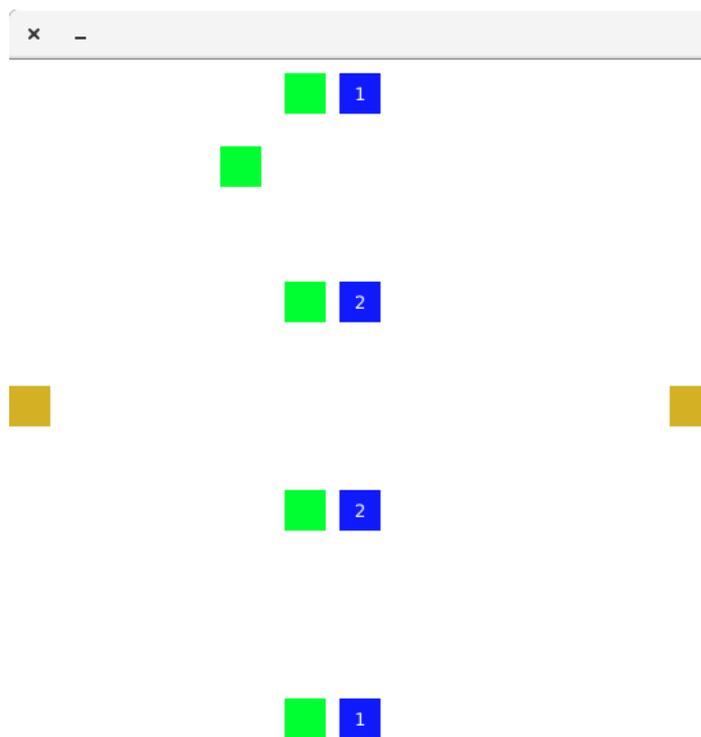


Рисунок 2 – Интерфейс работы программы

Квадраты коричневого цвета являются «дверями» для входа и выхода заявок, зеленого цвета – заявками, синего цвета – каналами обслуживания (цифра в квадрате обозначает число заявок, которые находятся на этом канале).

Войдя в систему, заявка ищет каналы с наименьшим размером очереди, затем среди них выбирает ближайший. Если размер очереди на всех каналах является максимальным, заявка отправляется к выходу из системы.

В данный момент ведется разработка следующей версии программы. В ней пользователю будет доступно окно с такими объектами:

1. Канал обслуживания
2. Место входа и выхода заявок.
3. Блок (при его помощи можно установить запрет заявке проходить через определенную точку).

Также станет возможно смоделировать многоуровневую СМО: пользователь сможет указывать на какой канал переходит заявка после обработки. Также каналы на свое усмотрение смогут отказывать заявкам.

Таким образом, программное обеспечение сможет моделировать, например, клиники. Пример: пациент (заявка) приходит к терапевту (канал обслуживания), терапевт принимает решение отправить пациента к другому врачу, таким образом заявка (пациент) переходит на другой канал обслуживания (врач). Этот врач может понять, что пациент неизлечим, таким образом заявка (пациент) покинет систему (клинику).

Также будет добавлен модуль, собирающий статистику. После моделирования, пользователь сможет увидеть, какое количество заявок обработано, как долго заявки стояли в очереди, сколько получено отказов и т.д.

Пользователь сможет переносить движением мыши объекты на рабочее пространство, ставить их в необходимые места, задавать свойства (такие как скорость поступления и обработки заявок).

В статье рассмотрено разработанное программное обеспечение для моделирования системы массового обслуживания.

Список литературы

1. Кошуняева Н.В., Патронова Н.Н. Теория массового обслуживания (практикум по решению задач) / САФУ имени М.В. Ломоносова. – Архангельск; САФУ, 2013. – 107 с.

2. Лаврусъ О.Е., Миронов Ф.С. Теория массового обслуживания. Методические указания, учебная программа и задания для контрольных работ № 1, 2 для студентов заочной формы обучения специальности 071900 “Информационные системы в технике и технологиях”. – Самара: СамГАПС, 2002. – 38с.
3. Шмелева А.Г., Ладынин А.И., Бахметьев А.В. Программная реализация метода экспертных оценок форсайт-проектов. «Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки»: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Москва, Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, -М.: «Перо», 2016, с. 534-536.

СЕКЦИЯ №21.

МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2018 ГОД

Январь 2018г.

V Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные вопросы технических наук в современных условиях»**, г. Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2018г.

Февраль 2018г.

V Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом»**, г. Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2018г.

Март 2018г.

V Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения»**, г. Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2018г.

Апрель 2018г.

V Международная межвузовская научно-практическая конференция **«Актуальные вопросы науки и техники»**, г. Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2018г.

Май 2018г.

V Международная научно-практическая конференция **«Проблемы и достижения в науке и технике»**, г. Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2018г.

Июнь 2018г.

V Международная научно-практическая конференция **«Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем»**, г. Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2018г.

Июль 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Перспективы развития технических наук**», г. **Челябинск**

Прием статей для публикации: до 1 июля 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2018г.

Август 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Технические науки в мире: от теории к практике**», г. **Ростов-на-Дону**

Прием статей для публикации: до 1 августа 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2018г.

Сентябрь 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Современный взгляд на проблемы технических наук**», г. **Уфа**

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2018г.

Октябрь 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития**», г. **Волгоград**

Прием статей для публикации: до 1 октября 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2018г.

Ноябрь 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Новые технологии и проблемы технических наук**», г. **Красноярск**

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2018г.

Декабрь 2018г.

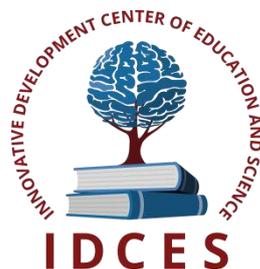
V Международная научно-практическая конференция «**Развитие технических наук в современном мире**», г. **Воронеж**

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2019г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Технические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Вопросы технических наук: новые подходы
в решении актуальных проблем**

Выпуск V

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 июня 2018 г.)**

г. Казань

2018 г.

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Издатель Инновационный центр развития образования и науки
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород

Подписано в печать 10.06.2018.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 6,6.
Тираж 250 экз. Заказ № 063.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58.