

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



**Актуальные вопросы технических наук в современных
условиях**

Выпуск IV

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 января 2017 г.)**

г. Санкт-Петербург

2017 г.

Актуальные вопросы технических наук в современных условиях, / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 4. . г. **Санкт-Петербург**, 2017. 127 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 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 III Международной научно-практической конференции **«Актуальные вопросы технических наук в современных условиях»**, г. **Санкт-Петербург**, 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.

Сборник включен в национальную информационно-аналитическую систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ).

Оглавление

СЕКЦИЯ №1.	
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	7
СЕКЦИЯ №2.	
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	
И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)	7
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОБЪЕКТА ДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ С ДИСКРЕТНЫМИ ВОЛОКНАМИ	
Корнеев А.М., Бузина О.П., Суханов А.В., Аль-Сабри Гассан Мохсен Шайф, Шипулин И.А.	7
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ RFID ТЕХНОЛОГИИ	
Масюк В.М., Мелешенко Д.И.	10
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ ТОПОЛОГИИ ОДНОМЕРНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МНОГООБРАЗИЙ	
Толмачев С.А.	13
СЕКЦИЯ №3.	
ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)	15
СЕКЦИЯ №4.	
МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)	15
МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СЕЯЛОК С РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНО-ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ	
Дёмин С.Б., Синёнков Д.В.	15
ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СЕЯЛОК С РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНО-ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ	
Дёмин С.Б., Синёнков Д.В.	20
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ	
Лыкова Т.А., Лачихин А.В., Ягур А.Ю.	23
МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	
Масюк В.М., Иванова П.М., Соловьев Н.И.	27
МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ И СПОСОБНОСТЬЮ СОРТИРОВКИ. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИВОДНОЙ ЧАСТИ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ (МОТОРА- РЕДУКТОРА)	
Масюк В.М., Иванова П.М., Харченкова Е.А.	30
ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ УХОДА УГЛОВОГО ПАРАМЕТРА СЕРВОПРИВОДА СТЕПЕНИ ПОДВИЖНОСТИ РОБОТА	
Ягур А.Ю., Лапиков А.Л., Лыкова Т.А.	34
СЕКЦИЯ №5.	
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА	
И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)	38
ПРИМЕНЕНИЕ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫГРУЗКИ УГЛЯ НА НОВО-ИРКУТСКОЙ ТЭЦ	
Меркулова И.П., Власова Н.В.	38

СЕКЦИЯ №6.	
ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00).....	40
СЕКЦИЯ №7.	
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	
И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	40
О ВЛИЯНИИ РЕЖИМОВ ПРОКАТКИ НА ВЕЛИЧИНУ ТЕРМОУПРУГИХ	
НАПРЯЖЕНИЙ В РАБОЧИХ ВАЛКАХ ТОЛСТОЛИСТОВОГО СТАНА 5000	
Лошкарев О.Н., Родин А.И.	40
ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И НОРМАЛИЗАЦИИ	
НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ	
Прудников А.Н., Прудников В.А.	44
СЕКЦИЯ №8.	
ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00).....	47
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АВТОБУСНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ОСНОВЕ	
СТРУКТУРНОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА	
Давыдов К.А., Панова Е.С.	47
ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НАЛИВА И СЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ	
НА СТАНЦИИ СУХОВСКАЯ	
Козлова Н. С.	52
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ В КОНСТРУКЦИИ	
КОЛЁСНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УСТРОЙСТВ,	
КОРРЕКТИРУЮЩИХ ВЕРТИКАЛЬНУЮ НАГРУЗКУ	
Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С., Шарипова Т.В., Кузнецова О.А.	56
ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ	
В ТОРМОЗНЫХ ДИСКАХ ВЫСОКОНАГРУЖЕННОЙ	
ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ	
Кулик В.И., Нилов А.С.	58
СЕКЦИЯ №9.	
АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10).....	63
СЕКЦИЯ №10.	
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10).....	63
ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНЦЕПЦИИ	
«ПАССИВНЫЙ ДОМ»	
Алексеева А.С., Безгласный К.С., Тышкевич А.В., Черныховский Б.А.	63
ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ	
ОФИСНЫХ ПРОСТРАНСТВ	
Алмоян Д.А., Котлярова Е.В.	66
ПРОНИКАЮЩАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ. ОСОБЕННОСТИ, ДОСТОИНСТВА	
И НЕДОСТАТКИ	
Заморов А.А., Сапрыгина Ю.В., Ковалёв А.В., Потехин А.А.	68
КЛЕЕННЫЕ АРМИРОВАННЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ	
Мурсалова Д.Р.	70
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ	
Мурсалова Д.Р., Горчаков А.О., Джанибеков С. А.	72
ПОЛУСУХАЯ СТЯЖКА ПОЛА: ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА	
Потехин А.А., Сапрыгина Ю.В., Ковалев А.В., Заморов А.А.	75

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ПРИМЕРЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ДЕФЕКТОВ ВОСТОЧНОЙ СТЕНЫ КАМЕРЫ ШЛЮЗА №2 КАНАЛА ИМЕНИ МОСКВЫ ПРИ ПОМОЩИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ Харичкин А.И., Левачев С.Н., Федорова Т.С.	77
СЕКЦИЯ №11.	
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)	82
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ СОВРЕМЕННЫХ АДсорбентов Луферчик Я.С., Авдеева М.А.	82
СЕКЦИЯ №12.	
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00).....	85
ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИИ И ЧЕРСТВЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА ДЛЯ МЕТАРЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ Арет В.А., Мещанинов А.В., Байченко Л.А., Круподеров А.Ю.	85
СЕКЦИЯ №13.	
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00).....	91
СЕКЦИЯ №14.	
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00).....	91
СЕКЦИЯ №15.	
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)	91
АСИНХРОННЫЙ ПУСК СИНХРОННОЙ МАШИНЫ С ПРОДОЛЬНО- ПОПЕРЕЧНЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ Абдулкадыров А.И., Рустамов Р.М.	91
РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ Бутаков В.М., Баязитов В.О., Дудкин И.М.	94
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ Сафонов А.С.....	98
УСТРОЙСТВО ДИНАМИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ Шевцов А.А., Золотов И.И.	101
СЕКЦИЯ №16.	
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ	104
ОЦЕНКА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ Дерябин А.Е., Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Шевченко С.М.	105
СЕКЦИЯ №17.	
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ.....	108
СЕКЦИЯ №18.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ.....	108
ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ НА ГОРНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ Карпенко С.М.	108

СЕКЦИЯ №19.	
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ	111
ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК С ВОДОРОДОМ	
Громов С.В.	111
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ В МАТЕРИАЛАХ ДЛЯ ЭКРАНОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	
Кулик В.И., Нилов А.С.	113
ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С РЕЗИСТОМ И ПОДЛОЖКОЙ	
Шолина И.С., Герасимов Д.А.	117
СЕКЦИЯ №20.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	119
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЯЗВИМОСТЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ УГРОЗЫ	
Варлатая С.К., Файзенгер А.А., Тимофеева А.И.	119
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ВАЛЬДА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ	
Чернецова Е.А. , Шишкин А.Д.	121
СЕКЦИЯ №21.	
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ	124
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2017 ГОД	125

СЕКЦИЯ №1.

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

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОБЪЕКТА ДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ С ДИСКРЕТНЫМИ ВОЛОКНАМИ

Корнеев А.М., Бузина О.П., Суханов А.В.,
Аль-Сабри Гассан Мохсен Шайф, Шипулин И.А.

ЛГТУ, РФ, г. Липецк

Анализ математических моделей по оценке напряженно-деформированного состояния конструкций, армированных дискретными волокнами, показал, что более точно отразить фактическое состояние элементов под нагрузкой позволяет нелинейно-деформационная модель, предложенная В.Н. Байковым, Н.И. Карпенко, Б.С. Расторгуевым, Т.А. Мухамедиевым [2, 3]. Данная модель основывается на условиях равновесия нормального сечения, разбитого на дискретные участки матрицы и армирующие элементы (рис. 1).

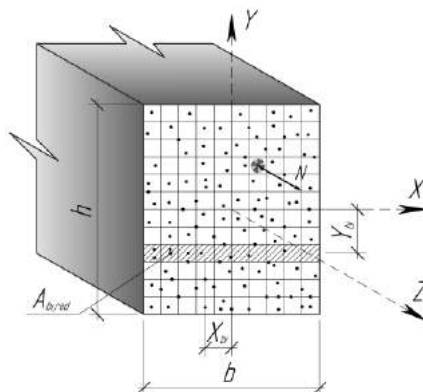


Рис. 1. Дискретная схема поперечного сечения изгибаемого элемента дисперсной структуры

Учет физической нелинейности работы конструкций производится с помощью математического описания диаграмм деформирования армирующего волокна, бетона-матрицы и применения шагово-итерационного метода, реализующего способ упругих решений А.А. Ильюшина. Суть метода заключается в том, что решение нелинейной задачи получается в виде последовательности решений линейных задач, сходящихся к результату.

Согласно нелинейно-деформационной модели деформации бетона и стального волокна в плоскости и из плоскости изгиба определяются на основе гипотезы плоских сечений. Эта гипотеза дает существенное геометрическое упрощение задачи и является условием совместности деформаций бетона-матрицы и арматуры рассчитываемого элемента [2].

В соответствии с этой гипотезой для изгибаемых элементов, армированных непрерывными волокнами, продольные относительные деформации в середине элементарных площадок A_{bi} и A_{sj} подчиняются зависимостям:

$$\begin{cases} \varepsilon_{bi} = \varepsilon_z - k_x x_{bi} - k_y y_{bi} \\ \varepsilon_{sj} = \varepsilon_z - k_x x_{sj} - k_y y_{sj} \end{cases}, \quad (1)$$

где ε_z – деформации элемента на уровне продольной оси Z ; k_x, k_y – соответственно значения кривизны в направлении осей X и Y ; x_{bi}, y_{bi} – координаты центра тяжести дискретных элементов сечения; x_{sk}, y_{sk} – координаты центра тяжести сечения арматуры.

Уравнение равновесия в матричной форме в таком случае будет иметь следующий вид:

$$\begin{Bmatrix} N_z \\ M_x \\ M_y \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} \varepsilon_z \\ k_x \\ k_y \end{Bmatrix}, \quad (2)$$

или

$$\{F\} = [R(\{F\}, S)] \times \{U\{F\}, S\}, \quad (3)$$

где $\{F\} = \{N_z, M_x, M_y\}^T$ – вектор-столбец внешних сил, принимаемый в зависимости от схемы нагружения; $[R(\{F\}, S)]$ – матрица жесткости для нормального сечения, являющаяся функцией $\{F\}$ и S , элементы которой корректируются на каждом этапе нагружения; $\{U\{F\}, S\} = \{\varepsilon_z, k_x, k_y\}^T$ – вектор-столбец деформаций, получаемый в результате решения системы уравнений (2).

Матрицу жесткости $[R(\{F\}, S)]$ для случая армирования изгибаемого элемента дискретными волокнами можно записать в следующем виде:

$$\begin{Bmatrix} N_z \\ M_x \\ M_y \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n E'_{bi} A_{bi,red} & -\sum_{i=1}^n E'_{bi} A_{bi,red} x_i & -\sum_{i=1}^n E'_{bi} A_{bi,red} y_i \\ -\sum_{i=1}^n E'_{bi} A_{bi,red} x_i & \sum_{i=1}^n E'_{bi} A_{bi,red} x_i^2 & \sum_{i=1}^n E'_{bi} A_{bi,red} x_i y_i \\ -\sum_{i=1}^n E'_{bi} A_{bi,red} y_i & \sum_{i=1}^n E'_{bi} A_{bi,red} x_i y_i & \sum_{i=1}^n E'_{bi} A_{bi,red} y_i^2 \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} \varepsilon_z \\ k_x \\ k_y \end{Bmatrix}. \quad (4)$$

С целью получения полной диаграммы «прогиб-изгибающий момент, характеризующей надежность изгибаемого элемента, разработан следующий алгоритм:

1. Вычисляются коэффициенты матрицы физических соотношений для упругого состояния элемента, т.е. при $E'_{bi} = E_{bi}$, $E'_{sj} = E_{sj}$.
2. Решают систему (4) с постоянными коэффициентами относительно вектора деформаций.
3. Определяют продольные деформации бетона и арматуры для центров элементарных площадок A_{bi} и A_{sj} .
4. По аналитическим зависимостям (2) устанавливают секущие модули упругости E'_{bi} и E'_{sj} .
5. Уточняют коэффициенты матрицы жесткости с учетом E'_{bi} и E'_{sj} .
6. Расчет повторяют со второго пункта.

В процессе итерационного расчета при неизменном уровне внешних сил $\{F\}$ по мере корректировки элементов матрицы жесткости вследствие учета неупругих деформаций ε_z, k_x, k_y увеличиваются. Постепенно они достигают некоторых конечных значений если прочность по нормальному сечению обеспечена, т.е. приращения элементов вектора деформаций затухают. Итерационный процесс считается законченным, если относительное среднеквадратическое приращение элементов вектора деформаций на двух смежных итерациях удовлетворяют условию:

$$\sqrt{\frac{1}{3} \left[\left(\frac{\varepsilon_{z,i} - \varepsilon_{z,i+1}}{\varepsilon_{z,i} + \varepsilon_{z,i+1}} \right)^2 + \left(\frac{k_{x,i} - k_{x,i+1}}{k_{x,i} + k_{x,i+1}} \right)^2 + \left(\frac{k_{y,i} - k_{y,i+1}}{k_{y,i} + k_{y,i+1}} \right)^2 \right]} \leq \Delta, \quad (5)$$

Приемлемая стабилизация напряженно-деформированного состояния в нормальном сечении при $\Delta = 0,001$ достигается за 10-30 итераций.

Чтобы алгоритм работал правильно, необходимо выполнение условия равенства высоты нейтральной линии n и оси Z , относительно которой ведется расчет. Данное условие выполняется на первых этапах работы алгоритма, однако на последующих необходимо **численными методами** решать задачу поиска высоты нейтральной линии. Для этого в окрестности значения высоты линии n (h_n) производится поиск прямым методом условной одномерной пассивной оптимизации.

При построении математической модели оценки напряженно-деформированного состояния изгибаемого элемента важнейшим вопросом является выбор исходных зависимостей «напряжения-деформации» (« σ - ϵ ») для бетона-матрицы и стального волокна.

По результатам многочисленных опытов к настоящему времени как в нашей стране, так и за рубежом разработано большое количество различных способов описания диаграмм деформирования бетона и фибровой арматуры, выдвинуто множество предложений по их построению. В работах В.В. Адищева, В.Н. Байкова, Н.И. Карпенко, В.М. Митасова и др. были предложены аналитические зависимости для описания диаграмм деформирования материалов $\sigma=f(\epsilon)$ [1, 2, 3]. Наибольший интерес из предложенных на сегодняшний день зависимостей представляют те, которые позволяют единообразно описывать диаграммы « σ - ϵ », как для матрицы композита, так и для армирующего элемента.

На основании выполненных теоретических и экспериментальных исследований был сделан вывод, что наиболее удовлетворительно производится аппроксимация реальных диаграмм деформирования с помощью сплайн-функций или по способу переменных секущих модулей [2] (рис. 2).

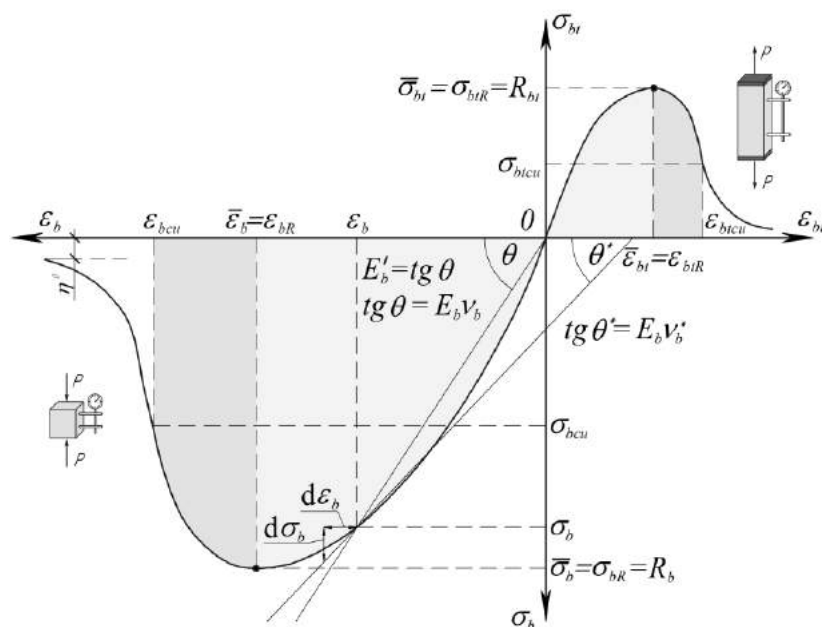


Рис. 2. Диаграммы деформирования по способу переменных секущих модулей

При выполнении моделирования, основанного на применении нелинейно-деформационной модели, для описания диаграмм деформирования материалов целесообразно использовать способ секущих модулей, предложенный Карпенко Н.И. [2]. Этот способ аппроксимации диаграмм деформирования бетона обеспечивает лучшую сходимость итерационных процессов, исключая при этом необходимость решать сложные уравнения.

Список литературы

1. Адищев В.В. К вопросу использования диаграмм деформирования бетона в расчете стержней, подверженных внецентренному нагружению и изгибу [Текст] / В.В. Адищев, В.М. Митасов // Научные труды Общества железобетонщиков Сибири и Урала. - Новосибирск: СГАПС, 1996. - с. 55-59.
2. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. М.: Стройиздат, 1996. 416 с.

3. Корнеев А.М. Математическое моделирование и анализ напряженно-деформированного состояния неоднородных сред с непрерывными и дискретными волокнами [Текст] / А. М. Корнеев, О.П. Бузина, А.В. Суханов // Фундаментальные исследования. — 2016. — № 8. — С. 39–44.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ RFID ТЕХНОЛОГИИ

Масюк В.М., Мелещенко Д.И.

(Масюк В.М., доцент, к.ф.-м.н. Мелещенко Д.И., студент)

КФ МГТУ им. Баумана, Калуга

Введение. Одним из самых актуальных направлений научно-технического процесса является автоматизация. Автоматизация позволяет повысить производительность труда, улучшить качество продукции, оптимизировать процессы управления и отстранить человека от производств, опасных для здоровья. Одним из самых перспективных и многофункциональных является способ автоматизации с применением RFID технологии. RFID системы могут применяться как для автоматизации производства, так и для контроля доступа, контроля подлинности объектов, инвентаризации, отслеживания цепи поставок и т.д. Также данная технология может успешно использоваться и в других сферах деятельности человека. Разнообразие способов применения RFID технологии (рис. 1) обуславливается целым рядом преимуществ, такими как: отсутствие необходимости прямой видимости считываемого объекта, что позволяет метки считываться через упаковку; поддержка RFID терминалами чтения сразу нескольких меток; возможность перезаписи информации; объем хранимых данных больше чем у штрих-кода; достаточно большой срок работы; устойчивость к воздействию окружающей среды. Все это в комплексе обеспечивает точность и простоту инвентаризаций, полный контроль над товаром, ускорение обслуживания клиентов и, как следствие, повышение их лояльности. Нельзя также забывать и об укреплении имиджа предприятия, обусловленное относительной новизной RFID технологий.

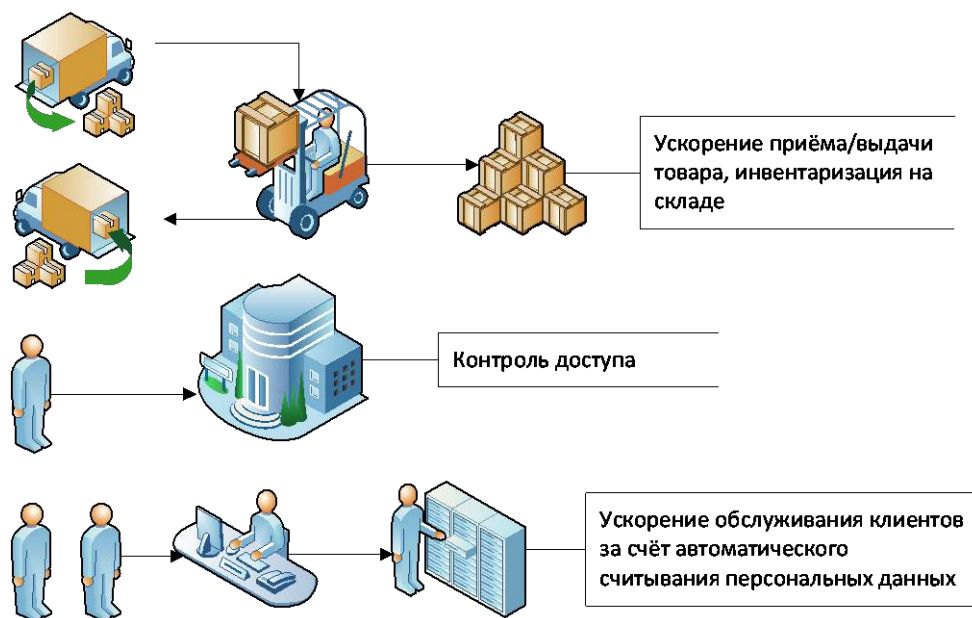


Рис. 1. Примеры применения RFID технологии

Описание системы. В данной работе исследуется возможность применения RFID технологии к системе контроля доступа на предприятии. Параллельно были решены вопросы автоматизации доступа автомобильного транспорта на территорию предприятия.

Использование RFID технологий, а конкретно, контактный способ идентификации, имеет в данном случае положительный аспект: транспортное средство вынуждено совершить остановку, что позволяет обеспечить как дополнительную безопасность с помощью визуального контроля, так и исключить возможный проезд неучтенного транспортного средства «в потоке».

Соответственно, структура системы будет включать в себя не только датчик RFID, но и собственно, сами средства автоматизации, комплекс датчиков и исполнительных устройств. Структурная схема системы приведена на рис. 2. Выделим следующие блоки и опишем их назначение:

- RFID-метка – есть у каждого работника предприятия. Метка имеет уникальный идентификационный номер, хранит в себе данные о рабочем (ФИО, должность, уровень доступа, дату последнего использования и т.д.).

- RFID-сканер необходим для считывания информации с метки, располагается на входах на территорию предприятия.

- МК (микроконтроллер) считывает RFID-метку, выполняет обмен информацией с приложением, работающим с БД (базой данных), обрабатывает информацию с датчиков, выполняет вывод информации на LCD-дисплей, управляет приводами. Нами использовалась платформа Arduino UNO.

- БД SQL. Мы использовали service-based SQL DB. Преимуществами данной базы данных является возможность синхронизации с SQL-server и MS Access. Работа с БД осуществляется через приложение, пример интерфейса которого представлен на рисунке 3. Функционал приложения может быть расширен для выполнения конкретной поставленной задачи. Так же в БД могут быть добавлены дополнительные поля, такие как должность, паспортные данные, личный транспорт и другие. Эти параметры могут быть использованы для контроля доступа внутри предприятия, а также автоматизации других процессов.

- датчики необходимы для управления приводами и обеспечения безопасности на проходной. Например, ультразвуковой датчик определяет, что транспорт проехал и можно закрывать ворота.

- LCD дисплей использован для вывода информации о работнике и последующего визуального контроля. Кнопки нужны для ручного управления приводами в случае экстренных ситуаций.

- Пьезоэлемент и светодиоды применены для звукового и визуального оповещения о возможности/невозможности проезда на территорию предприятия.

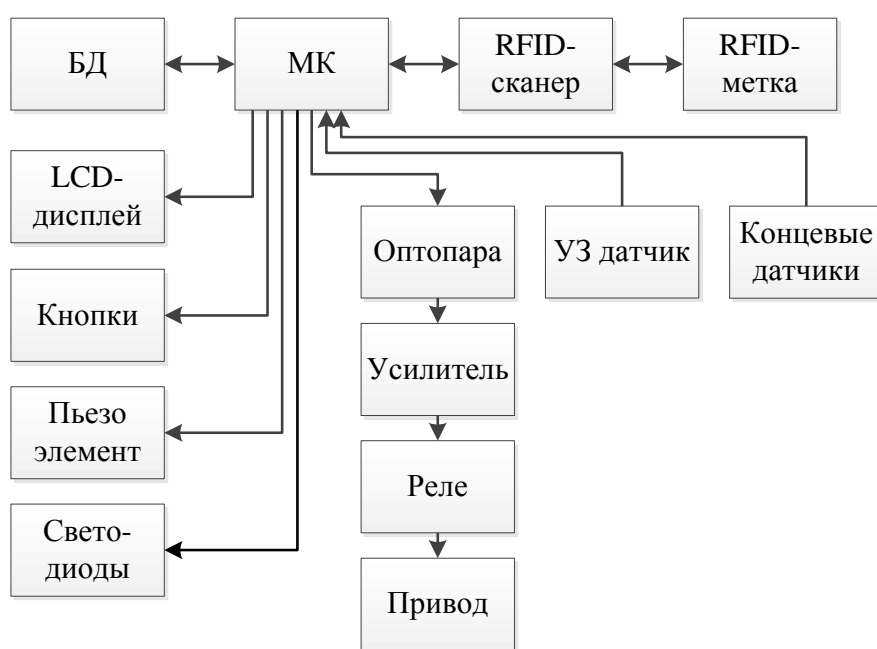


Рис. 2. Структурная схема системы

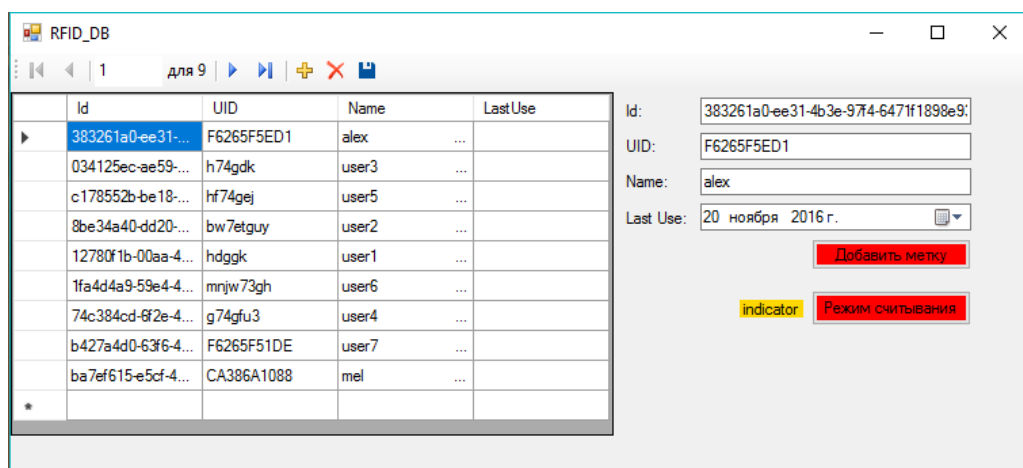


Рис. 3. Пример интерфейса приложения для работы с БД

Практическая часть. Была спроектирована структурная и функциональная схема системы контроля доступа, её электронная часть, модули управления приводами, логика работы. Для ускорения проектирования использовались стандартные модули на платформе Arduino.

Для считывания меток использован RFID-сканер RC522, работающий на частоте 13,56 МГц. Считывание метки происходит на расстоянии 0-25 мм со скоростью передачи информации 106, 212, 424, 848 кбит/с. Поддерживаемые классы карт: S50, S70, Ultralight, Pro, DESFire. Схема подключения представлена на рисунке 4.

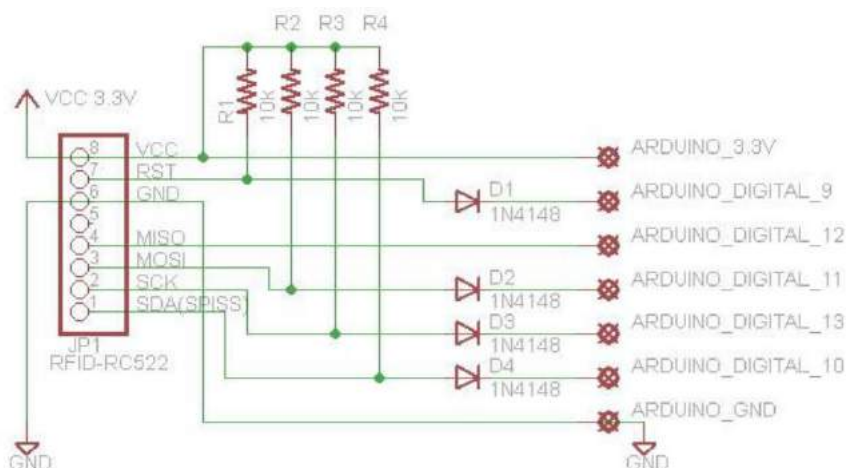


Рис. 4. Схема согласования считывателя RFID RC522 с главным модулем Arduino

Разработаны алгоритмы работы системы, как на уровне МК, так и для части ПК (персонального компьютера), проработан интерфейс, позволяющий включать новых пользователей, которые имеют собственные разграничения прав.

Программа на МК выполняет считывание меток и датчиков, обмен информацией с ПК. При получении информации о работнике, МК выполняет её преобразование, отправку на ПК, вывод на LCD экран. Информирование пользователей об ответе ПК (доступ разрешён/не разрешён) происходит при помощи светодиодов и звукового сигнала. В случае, если доступ разрешён, МК выполняет алгоритм управления двигателями, открывающими ворота. Предусмотрена система безопасности, которая проверяет наличие транспорта на пути ворот, так же есть возможность принудительной остановки/запуска системы смотрящим для предотвращения аварий и открытия ворот при экстренных ситуациях.

ПО (программное обеспечение), установленное на ПК, выполняет считывание данных из виртуального COM-порта, предусматривает занесение меток в БД и поиск пользователя в ней. В зависимости от результата поиска программа отправляет соответствующий ответ микроконтроллеру. Для ускорения работы системы хранение и обработка данных на ПК спроектировано на основе СУБД service-based SQL. Данная база данных обладает рядом преимуществ, описанных выше.

На данный момент системы проходит тестирование и апробацию работы в реальной системе контроля доступа на парковку.

Заключение. В результате данного исследования была разработана система автоматизации с применением RFID технологии. В нашем случае была реализована система автоматизации для контроля доступа на парковку. Такая система является легко модернизируемой за счёт подключения различных модулей к МК и применения разного ПО.

Список литературы

1. Дорф Р.К., Бишоп Р.Х. Современные системы управления // Москва, Лаборатория базовых знаний, 2002, 832 с.
2. Дьяконов В.П., Круглов В.В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем // Санкт-Петербург, Питер, 2001, 448 с.
4. Кригель А., Трухнов Б. SQL. Библия пользователя, 2-е издание // Пер. с англ. — М. : ООО “И.Д. Вильямс”, 2010, 752 с.
5. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino // СПб.: БХВ-Петербург, 2012, 256 с
6. Цыпкин Я. З. Информационная теория идентификации // Москва, Наука, 1995, 336с
7. RFID: принцип работы, применение, преимущества и недостатки [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tendo.ru/rfid.html>
8. RFID-системы для различных отраслей и областей применения [Электронный ресурс]. URL: http://www.itproject.ru/otraslevye_resheniya

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ ТОПОЛОГИИ ОДНОМЕРНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МНОГООБРАЗИЙ

Толмачев С.А.

Южный федеральный университет, РФ, г. Ростов-на-Дону

Ключевые слова: пространственно-дифференциальная фильтрация, транспортное средство, одномерное многообразие, пространство состояний.

Рассматривается подход к решению навигационной задачи наземного транспортного средства (ТС) с интегрированной инерциально-спутниковой навигационной системой (ИИС НС) с грубыми измерителями в терминах топологии одномерных пространственных многообразий. Представленная модель движения ТС в пространственно-дифференциальном представлении, которая может быть эффективна при использовании ИИС НС с грубой инерциальной бесплатформенной системой. На основе данного описания движения ТС могут быть синтезированы алгоритмы стохастической пространственной фильтрации.

Темпы развития автомобилестроения и ежегодное увеличение потока автомобильных сообщений стимулируют усовершенствование навигационных систем. Улучшение качества навигационных систем проходит не только за счет совершенствования аппаратного состава системы, улучшения характеристик измерителей в ее составе, но также и за счет комплексирования различных систем навигации и алгоритмов обработки получаемой информации. Огромное количество существующих подходов к решению навигационной задачи для интегрированной инерциально-спутниковой навигационной системы (ИИС НС) постоянно пополняется. Однако обилие измерительной информации в ИИС НС с грубыми измерителями по-прежнему сохраняет актуальность проблемы реализации алгоритмов для эффективного использования полученной информации.

Классическое предоставление решения навигационной задачи, для эффективного достижения заданной точности подразумевает использовать статически оптимальные дискретные фильтры. Данный подход позволяет по измерениям независимой системы СНС получить оценки навигационных параметров объекта [1, 2, 4, 6]. Однако известно, что в силу специфики динамических возмущений и шумовых характеристик измерений, применительно к ИИС НС с грубыми инерциальными датчиками, реализуемые фильтры имеют малые запасы устойчивости [2]. Это объясняется, во-первых, отсутствием возможности применения существующих на сегодняшний день математических моделей погрешностей MEMS-датчиков в течение длительных временных интервалов эксплуатации ТС, а, во-вторых, отсутствием возможности

периодической калибровки этих датчиков. Неустойчивость синтезируемых фильтров определяется применением процедуры последовательной двухэтапной линеаризации: сначала линеаризации уравнений ошибок ИИС НС, а затем линеаризации модели корректирующих спутниковых измерений. Таким образом, утрата нелинейных взаимосвязей, особенно, в случае сильной зашумленности измерительной информации во время двухэтапной линеаризации неизбежно приводит к появлению погрешностей, что в свою очередь и приводит к расходимости синтезируемых фильтров [2]. Применение классического способа борьбы с расходимостью фильтров за счет сброса оценок координат и скоростей по спутниковым решениям для автомобиля не возможно, так как возникающие всплески переходных процессов фильтров затрудняют анализ движения автомобиля с высокочастотной непрерывной оценкой фазовых переменных. Таким образом, традиционные методы оптимального оценивания навигационных параметров ТС на основе стохастической фильтрации в пространстве состояний в рассматриваемом случае не эффективны.

Поэтому, для решения навигационной задачи наземного ТС выбран принципиально отличающийся подход к синтезу стохастического фильтра, основанный на пространственно-дифференциальной фильтрации. Применение данного подхода вытекает из предположения, что ТС движутся только по дорогам, представленным в цифровых навигационных картах, которые могут рассматриваться как одномерные пространственные многообразия с известными координатами.

Известно, что в пространстве состояний объект описывается посредством дифференциальных уравнений с дифференцированием по времени. Однако, в рассматриваемом классе задач параметр времени, как избыточный, может быть исключен, а для описания эволюции навигационных параметров возможно использование дифференциальных уравнений пространственной топологии. Цифровая навигационная карта представляет собой базу координат точек POI (points of interest), а автомобильные трассы между соседними POI аппроксимируются линейными отрезками. Таким образом, произвольный k -й участок автомобильной трассы может быть задан следующими пространственно-дифференциальными уравнениями [3]:

$$\begin{aligned}\frac{\partial a_M(l)}{\partial l} &= l \cos \beta_k; \\ \frac{\partial b_M(l)}{\partial l} &= l \sin \beta_k,\end{aligned}\tag{1}$$

где $a_M(l)$, $b_M(l)$ – декартовы координаты; l имеет смысл натурального параметра текущей длины одномерного многообразия, а β_k – характеризует угол наклона кривой трассы к осям карты и определяется по координатам соседних $k-1$ -ой $\{a_{k-1}; b_{k-1}\}$ и k -ой $\{a_k; b_k\}$ POI как

$$\beta_k = \arctg \frac{a_k - a_{k-1}}{b_k - b_{k-1}}.$$

В векторной форме уравнение (1) имеет вид:

$$\frac{\partial Y_M(l)}{\partial l} = f(Y_M, l, a_M),\tag{2}$$

где $Y_M = [a_M \quad b_M]^T$ – модельный вектор состояния; $f(Y_M, l, a_M)$ – известная векторная функция.

Для интегрированных инерциально-спутниковых навигационных систем уравнение наблюдения, в которое, как правило, входит функция от текущих декартовых координат $\{a, b\}$ ТС, будет иметь следующий вид:

$$Z(t) = h(Y, t) + \eta(t)\tag{3}$$

где $Y = [a \quad b]^T$ – восстановленный по измерениям вектор состояния; $Z(t)$ – вектор выходных сигналов наблюдателя ($Z \in R^q$); $h(Y, t)$ – заданная нелинейная вектор-функция; $\eta(t)$ – вектор белого гауссовского

шума с нулевым средним и матрицей интенсивностей $D_{\eta}(t)$, t – независимая переменная – параметр времени.

Аналогично определим движение ТС вдоль одномерного многообразия (2) по измерениям (3) в векторной стохастической дифференциальной форме с параметрической неопределенностью [3]:

$$\frac{\partial Y(l)}{\partial l} = f(Y, l, \alpha) + \xi(l), \quad (4)$$

где $f(Y, l, a)$ – известная векторная функция с точностью до некоторого параметра a с ядром, идентичным ядру из уравнений (2); $\xi(l)$ – белый гауссовский шум с нулевым средним и известной матрицей интенсивностей.

Таким образом, линейное представление всей формы траекторий по известным координатам РОИ позволяет описывать любое движение наземного ТС с помощью линейных функций. В то же время конструируемые фильтры по представленному описанию движения, соответственно, являются линейными по определению. На основе уравнений (2) и (4) могут быть синтезированы алгоритмы стохастической пространственной фильтрации [5], которые позволят осуществить теоретически строгое апостериорное оптимальное оценивание навигационного вектора по выбранному вероятностному критерию.

Список литературы

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Ч. I. Математические модели инерциальной навигации / 2-е изд. М.: МГУ, 2010. 126 с.
2. Демидов О.В. Задача тесной интеграции систем ГЛОНАСС и GPS с ИНС разных классов точности: Дисс. на соиск. степ. к.ф.-м.н. / О.В. Демидов. М.: МГУ, 2009. 139 с.
3. Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. Современная геометрия. Методы и приложения. М.: Наука, 1986.
4. Морозов А. С. Анализ и синтез алгоритма обработки информации в интегрированной инерциально-спутниковой навигационной системе наземного автотранспорта: Дисс. на соиск. степ. к.т.н. / А.С. Морозов. М.: Моск. акад. рынка труда и информац. технологий, 2009. 155 с.
5. Хуторцев В. В. Пространственно-дифференциальная фильтрация Марковских процессов на одномерных стохастических многообразиях // Автоматика и телемеханика. № 8, 1994. С. 117-125.
6. Grewal M.S., Andrews A.P. Application of Kalman Filtering to GPS, INS, and Navigation (Notes), Kalman Filtering Consulting Associates. Anaheim, CA, 2000.

СЕКЦИЯ №3.

ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СЕЯЛОК С РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНО-ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ

Дёмин С.Б., Синёнков Д.В.

ПензГТУ, РФ, г. Пенза

Опыт показывает, что высокое качество работы пневматической сеялки – это гарантия обеспечения высокой полевой всхожести и урожая сельскохозяйственных растений. Для создания оптимальных условий прорастания семян посевных культур и последующего благоприятного развития растений необходимы технологии посева культур. Повышение эффективности работы сеялок с пневматическими распределительно-транспортирующими системами (РТС), путем совершенствования и обоснования

технологических процессов посева семян. А также конструктивно-технологических схем сеялок является актуальной проблемой, решение которой имеет важное хозяйственное значение.

Повышение эффективности посева посевных культур посредством сеялок в условиях жесткой конкуренции на внутреннем и внешнем рынках, заставляет производителей подобной продукции совершенствовать известные конструкции данных устройств и разрабатывать новые. Основное внимание, при этом в последнее время, уделяется пневматическим транспортирующим системам сеялок.

Результат анализа современных технических и технологических решений, направленных на улучшение качества посева, показывает, что ряд из них позволяет повысить поперечную, продольную равномерность посева. Однако, при этом могут возникать негативные моменты связанные, например, с повреждением семян посевных культур, избыточным усложнением конструкции элементов пневматической РТС и др.

При проектировании посевающих агрегатов большое внимание уделяется РТС, в том числе с воздушным транспортным потоком (пневматические РТС), от качества работы которых, зависят точность подачи посевных культур к сошникам и надежность работы посевающего агрегата в целом.

Однако, в условиях жесткой конкуренции среди производителей этого вида продукции, не все известные подобные технические средства посева зерновых культур удовлетворяют современным требованиям [2,4,5].

По нашему мнению вполне конкурентной структурой транспортирующей системы сеялки является одноступенчатая пневматическая РТС, представленная на рисунке 1 [2].

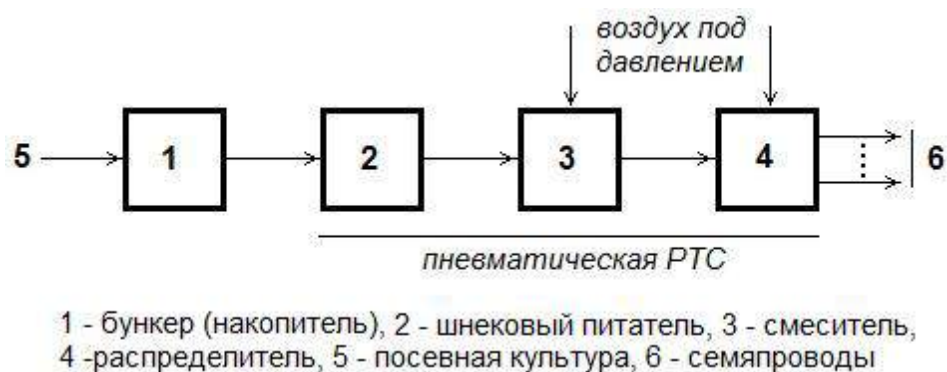


Рисунок 1 – Структура сеялки с пневматической одноступенчатой РТС

Она содержит последовательно соединенные бункер, как накопитель зерновой посеваемой культуры, шнековый питатель, служащий для подачи культуры в цилиндрическую камеру смесителя, и конический распределитель с заданным количеством семяпроводов на выходе. Транспортирование зерновой посеваемой культуры из смесителя в семяпроводы пневматической сеялки осуществляется воздушным потоком, где в цилиндрической камере смесителя создается требуемое давление в зависимости от вида зерновой культуры, ее физических параметров, скорости движения сеялки и др. факторов [2].

Требуемая производительность сеялки напрямую зависит от производительностей отдельных узлов пневматической РТС – бункера, шнекового питателя, смесителя и семяпроводов, за вычетом небольшого количества потерь зерновой культуры в процессе посева в этих узлах, что вполне допустимо [1].

Для решения этой задачи необходимо изучить протекающие физические процессы посева зерновой культуры в отмеченных узлах пневматической РТС сеялки, разработать адекватную математическую модель производительности сеялки и выполнить вычислительный эксперимент с использованием средств вычислительной техники. Этому способствует предлагаемая методика моделирования пневматических сеялок с заданной схемой РТС, которая включает последовательность следующих действий:

1. Составление технического задания на проведение исследования физических процессов транспортирования зерновой посевной культуры вдоль трактов сеялки с заданной схемой пневматической РТС с целью построения общей математической модели и проведения всесторонних исследований, результатом которых будет принято решение о целесообразности практической реализации исследуемого объекта на промышленном уровне.

2. Определение параметров и ограничений математической модели исследуемого объекта, условий эксплуатации, влияния внешних факторов, параметров посевной культуры.

3. Разработка математической модели производительности бункера сеялки с пневматической РТС, оценка ее адекватности и проведение компьютерного моделирования.

4. Разработка математической модели шнекового питателя сеялки с пневматической РТС и выполнение компьютерного моделирования с последующей оценкой ее точности физическим процессам транспортирования посевной культуры.

5. Разработка математической модели производительности пневматической РТС сеялки в узле смешивания и распределения зерновой культуры в процессе ее транспортирования к сошкам сеялки. Проведение моделирования и оценка адекватности модели.

6. Составление общей математической модели транспортирования зерновой посевной культуры через тракты пневматической РТС сеялки. Выполнение вычислительного эксперимента, выявление противоречий и их устранение. Уточнение предложенной математической модели и анализ результатов исследований.

7. Разработка рекомендаций на проектирование сеялки с заданной схемой пневматической РТС для создания опытного образца в условиях производства.

В результате выполнения указанной методики были получены следующие математические модели процессов высева посевной культуры вдоль тракта сеялки с заданной схемой пневматической РТС (см. рис.1), и соответствующие результаты моделирования.

Математическая модель производительности конусно-цилиндрического бункера с заданным количеством транспортных окон, описывается следующим выражением:

$$Q_6 = k_0 \lambda_1 \cdot \frac{h_1 \left(\frac{D^2}{4} + \frac{D}{2} \cdot \frac{d_1}{2} + \frac{d_1^2}{4} \right) + \frac{\pi D^2 h_2}{4} - V_{\text{шп}}}{n(a_2 - d_0)(b_2 - d_0) \cos \beta t_1} \cdot n(a_2 - d_0) \times \quad (1)$$

$$\times (b_2 - d_0) \gamma_n k_4 - \Delta Q_6,$$

$$\text{где } V_6 = \frac{\pi P_{\text{бд}}}{3 \gamma_n t g^2(90^\circ - \varphi)} \cdot \left(\frac{D^2}{4} + \frac{D}{2} \cdot \frac{d_1}{2} + \frac{d_1^2}{4} \right) + \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{P_{\text{в}}}{\gamma_n} - \text{объем бункера,}$$

$$P_{\text{бд}} = \frac{h_1}{\pi} 3 \gamma_n t g^2(90^\circ - \varphi) - \text{боковое давление движущейся массы посевной культуры, } P_{\text{в}} = h_2 \gamma_n - \text{ее}$$

вертикальное давление, φ – угол внутреннего трения и γ_n – насыпная плотность,

$S_{\text{то}} = (a_2 - d_0)(b_2 - d_0)$ – площадь окна транспортного узла, $V_{\text{шп}} = \pi d_1^2 h_3$ – наружный объем

транспортного узла, n – количество транспортных окон, t_1 – время истечения посевной культуры из бункера,

k_4 – коэффициент целостности семян посевной культуры при проходе через транспортные окна в единицу

времени t , ΔQ_6 – потери посевной культуры в бункере при высеивании.

Математическая модель шнекового питателя сеялки с пневматической РТС имеет следующий вид:

$$Q_{\text{шп.4}} = V_{\text{пк}} K_1 \gamma_n \cdot \frac{J_{\text{агр}} k_7}{\pi r_k} - \Delta Q_{\text{шп}}, \quad (2)$$

при площади поперечного сечения потока посевной культуры равной $S_{\text{сш}} = \frac{\pi}{4} (D_{\text{нв}}^2 - d_{\text{в}}^2)$,

здесь $V_{\text{пк}} = \frac{\pi}{4} (D_{\text{нв}}^2 - d_{\text{в}}^2) \sin \alpha_{\text{вш}} S_{\text{ш}} k_6 - V_{\text{св}}$ – объем посевной культуры в шнековом питателе,

K_1 – коэффициент его заполнения, γ_n – насыпная плотность посевной культуры, $J_{\text{агр}}$ – скорость

движения сеялки, k_7 – нормирующий коэффициент, r_k – радиус колес сеялки, $\Delta Q_{\text{шп}}$ – потери

посевной культуры в шнековом питателе, k_6 – его количество винтовых лопастей, и

$$V_{\text{св}} = \frac{\pi(D_{\text{нв}} - d_{\text{в}})}{2} \cdot \frac{\pi S_{\text{ш}} \operatorname{tg} \alpha_{\text{вш}} k_6 b_{\text{вш}}}{2} - \text{объем его винтовой поверхности.}$$

Математическая модель производительности пневматической одноступенчатой РТС сеялки описывается следующим выражением:

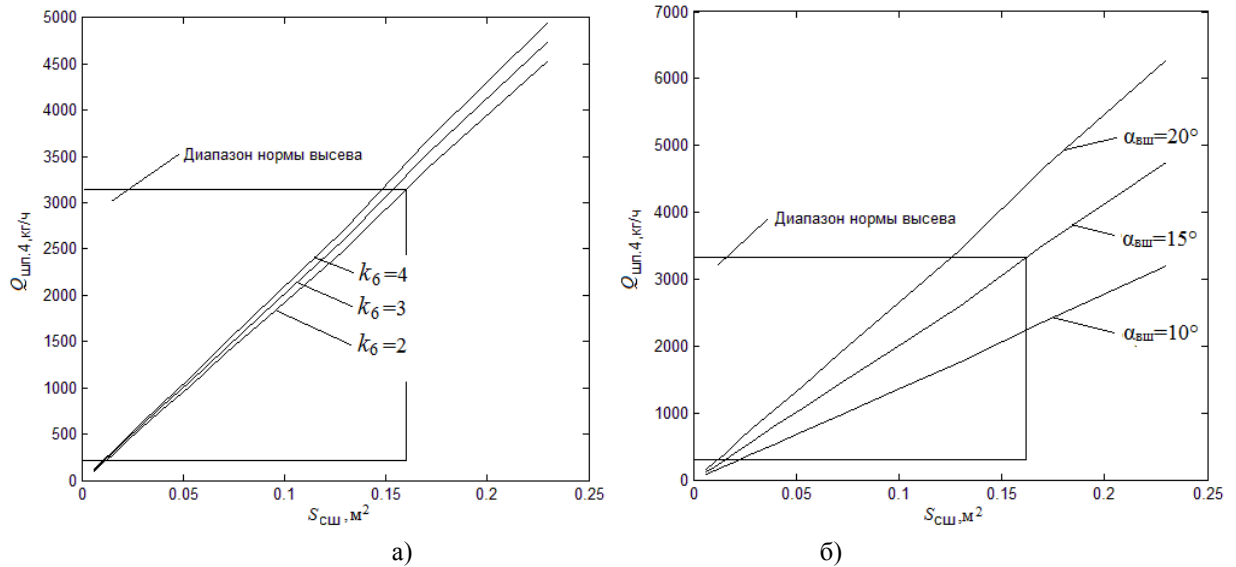
$$Q_{\text{рс.4}} = k_0 Q_{\text{рв}} \mu \gamma_{\text{ас}} - \Delta Q_{\text{рс}}, \quad (3)$$

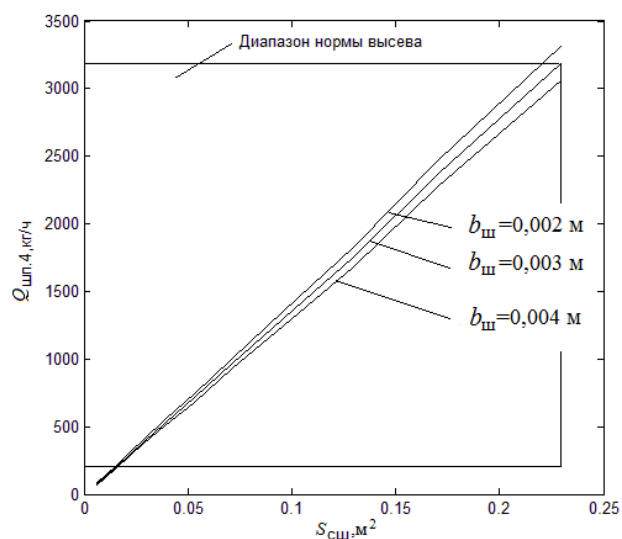
здесь $S_{\text{цкс}} = \pi d_{\text{цкс}}^2 / 4$ – площадь поперечного сечения цилиндрической камеры смешивания, k_0 – нормирующий коэффициент, $Q_{\text{рв}} = (B J_{\text{агр}} H f_{\text{тр}} g K_1) / k_{10} P_{\text{к}}$ – объемный расход воздуха, B – ширина высева посевной культуры, $J_{\text{агр}}$ – скорость движения сеялки, H – норма высева посевной культуры, $f_{\text{тр}}$ – коэффициент трения посевной культуры о стенки цилиндрической камеры смешивания и семяпроводов, $K_1 = (H_{\text{цкс}} + 2\pi R_{\text{р}} \alpha_{\text{р}} / k_3 + 2\pi R_{\text{р}} \alpha_{\text{р}} / k_3)$, k_3, k_{10} – нормирующие коэффициенты, g – ускорение свободного падения, $P_{\text{к}} = K_1 \gamma_{\text{в}} (1 + \mu) g$ – давление воздушного потока в семяпроводах, $\gamma_{\text{ас}} = (2P_{\text{н}} \sin \alpha_{\text{в}} \pi d_{\text{цкс}}^2) / \lambda S_{\text{мс}} (J_{\text{в}} - J_{\text{пк}})^2$ – объемная плотность аэросмеси, $\gamma_{\text{в}}$ – плотность воздуха, μ – массовая концентрация, $d_{\text{цкс}}$ – диаметр камеры смешивания, λ – коэффициент аэродинамического сопротивления, $S_{\text{мс}}$ – площадь миделева сечения зерна посевной культуры, $J_{\text{в}}$ – скорость воздушного транспортного потока, $J_{\text{пк}}$ – скорость посевной культуры и $\Delta Q_{\text{рс}}$ – ее потери в РТС.

Следовательно, общая математическая модель сеялки с заданной схемой пневматической РТС будет описывать следующим выражением в соответствии с (1)-(3):

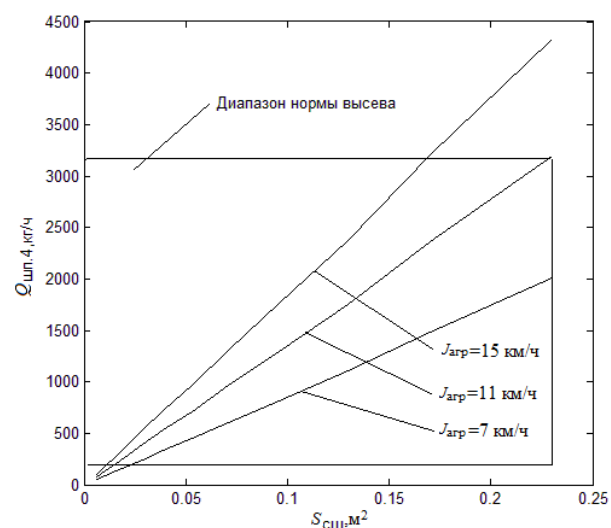
$$Q_{\text{с}} = \sqrt[3]{Q_6 \cdot Q_{\text{шп.4}} \cdot Q_{\text{рс.4}}}, \quad (4)$$

На рисунках 2-3 приведены основные результаты компьютерного моделирования выражений (1)-(3), анализ которых указывает на адекватное отражение физических процессов транспортирования зерновых посевных культур с заданной схемой пневматической РТС и подтверждается известными экспериментальными данными [1, 3].



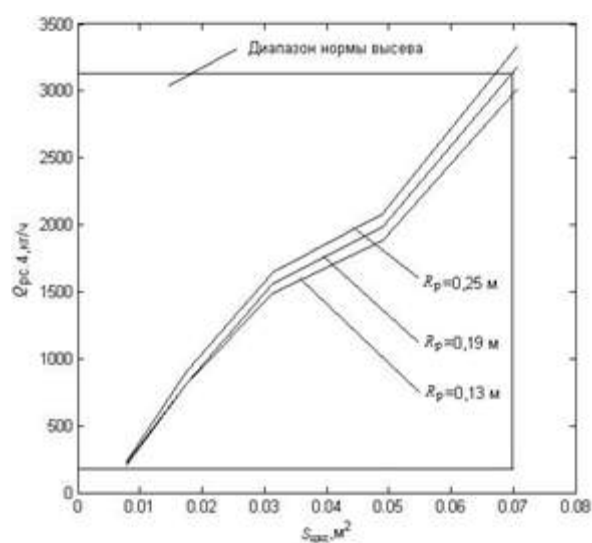


в)

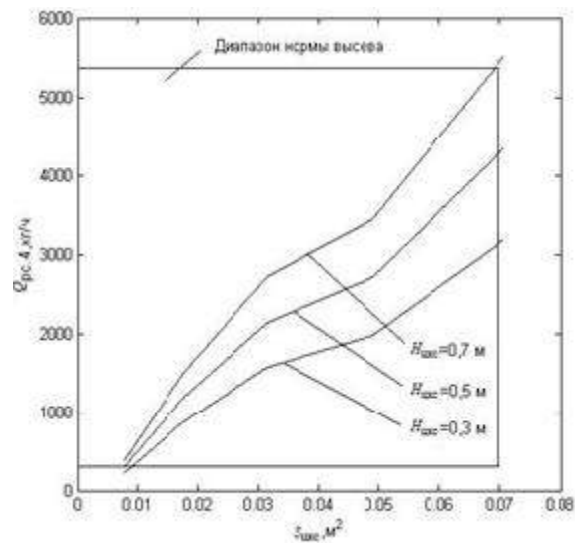


г)

Рисунок 2 – Зависимости производительности пневматической сеялки с РТС: а) $Q_{шп.4} = f(S_{сш}, k_6)$ от количества винтовых лопастей шнекового питателя, б) $Q_{шп.4} = f(S_{сш}, \alpha_{вш})$ от угла наклона его винтовых лопастей в) $Q_{шп.4} = f(S_{сш}, b_{ш})$ их толщины, г) $Q_{шп.4} = f(S_{сш}, J_{агр})$ от скорости движения сеялки при высеве посевной культуры



а)



б)

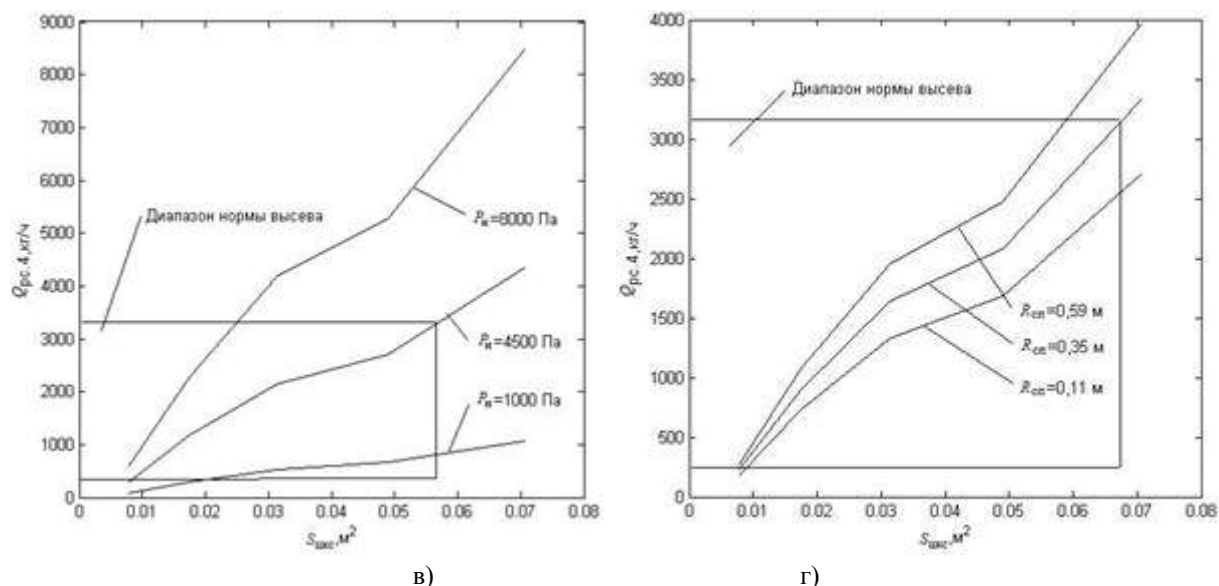


Рисунок 3 – Зависимости производительности пневматической сеялки с РТС: а)

$Q_{рс.4} = f(R_p, S_{цкс})$ от радиуса распределителя в камере смешивания, б) $Q_{рс.4} = f(H_{цкс}, S_{цкс})$ от ее высоты, в) $Q_{рс.4} = f(P_n, S_{цкс})$ от нагнетаемого давления для воздушного транспортного потока, г) $Q_{рс.4} = f(R_{сп}, S_{цкс})$ от радиуса семяпроводов

Список литературы

1. Крючин, Н.П. Повышение эффективности распределительно-транс-портирующих систем пневматических посевных машин: монография. – Самара: РИЦ СГСХА, 2008. – 176 с.
2. Ламан, Н.А. Потенциал продуктивности хлебных злаков. Технологические аспекты реализации/ Н.А. Ламан, Б.Н. Янушкевич, К.И. Хмурец. – М.: Наука и техника, 1987. – 224 с.
3. Нуйкин, А.А. Посевные и посадочные машины/ А.А. Нуйкин, Н.П. Ларюшин. – Пенза: ПензаАГРОТЕХсервис, 2005. – 164 с.
4. Патент RU №2530154, МПК: A01C7/00. Пневматический высеваящий аппарат с регулируемой дозирующей системой/ Синенков Д.В., Демин С.Б.// Патентообладатель: Д.В. Синенков, С.Б. Демин. – Заявл. 21.12.2012. Оpubл. 10.10.2014. Бюлл. №18.
5. Пятаев, М.В. К вопросу о моделировании процесса распределения семян распределителем пневматической зерновой сеялки/ М.В. Пятаев, А.П. Зырянов, Н.А. Кузнецов// Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2014. – №9 (96). – С.177-182.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СЕЯЛОК С РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНО-ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ

Дёмин С.Б., Синёнков Д.В.

ПензГТУ, РФ, г. Пенза

В соответствии с принятой государственной программой развития сельского хозяйства РФ на 2013-2020 гг. от производителей сельскохозяйственной техники и вспомогательного оборудования требуется создание современных видов техники и технологий. Весьма перспективным направлением в настоящее время является создание сеялок с пневматическими распределительно-транспортирующими системами (РТС). Имеющий опыт эксплуатации высеваящих агрегатов (сеялок) показывает, что в среднем их сменная производительность на 30% и более превосходит производительность агрегатов с механическими РТС, и которые позволяют получать стабильные урожаи при минимальных затратных средствах. Здесь повышение

производительности обусловлено сокращением затрат времени на заправку бункеров посевными культурами, переездами и технологическим обслуживанием агрегатов [1,2,4].

Исследованиями многих ученых доказано, что применение в сеялках РТС с использованием пневматики весьма перспективно. При этом сокращается металлоемкость сеялок, повышаются их эксплуатационные показатели, создаются условия для разработки широкозахватных и весьма мобильных пневматических сеялок.

Для снижения механического повреждения и устранения «заторов» при транспортировании по каналам РТС высевающего агрегата, целесообразно применять пневматические РТС по одноступенчатой схеме.

Вместе с тем, современные рыночные условия требуют от разработчиков высевающих агрегатов дальнейшего совершенствования РТС с воздушным транспортным потоком пневматических сеялок (рис.1) и направлено на повышение их производительности и надежности, точности подачи посевной культуры к сошникам и др. [2]. Работа по совершенствованию РТС пневматических сеялок в нашей стране и за рубежом направлена на повышение эффективности в получении урожая высевающих культур, особенно в районах с низкой природной урожайностью [1].

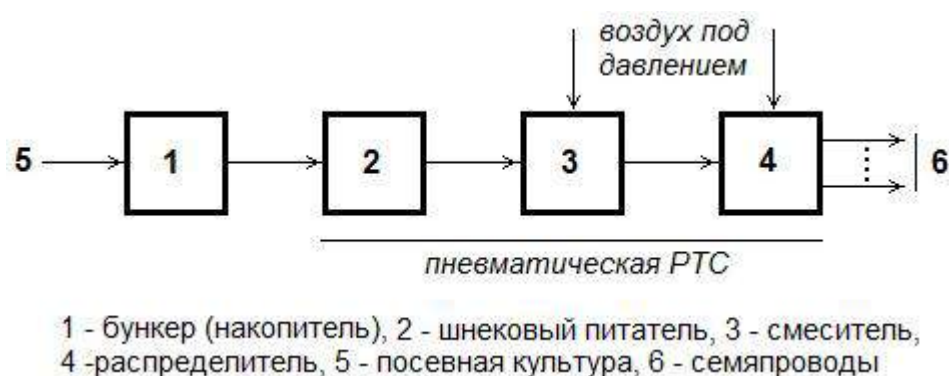


Рисунок 1 – Структура сеялки с пневматической одноступенчатой РТС

Следует отметить, что для повышения качества высева посевной культуры, снижения ее возможного частичного механического повреждения и устранения «заторов» при транспортировании по каналам РТС сеялки, целесообразно применять пневматические одноступенчатые РТС [1, 3]. Благодаря меньшей длине каналов транспортирования посевных культур, небольшого количества изгибов и ударов о стенки транспортных каналов, снижается вероятность механического повреждения зерен посевной культуры.

В настоящее время одним из эффективных подходов в исследовании производительности РТС пневматических сеялок с заданной схемой высева посевной культуры является метод математического моделирования. Проведем исследование производительности пневматической сеялки с РТС методом математического моделирования в соответствии с предложенной структурой рисунка 1.

Примем следующие ограничения при составлении математической модели пневматической одноступенчатой РТС сеялки:

- зерна посевной культуры близки к форме шара,
- семяпроводы равной длины и их суммарная площадь соизмерима с площадью поперечного сечения цилиндрической камеры смесителя,
- скорость движения и плотность аэросмеси равномерные во всем объеме камеры смесителя,
- вращение зерен посевной культуры при движении не происходит,
- удары зерен посевной культуры о стенки цилиндрической камеры смесителя и семяпроводов со скольжением отсутствуют,
- изменение физических свойств посевной культуры в процессе транспортирования не происходит.

Это позволяет несколько упростить математическую модель за счет исключения второстепенных факторов влияния, которые оказывают незначительное влияние на оценку производительности тракта пневматических РТС сеялок с одноступенчатой схемой высева [1, 3].

С учетом указанных ограничений получена математическая модель производительности пневматической одноступенчатой РТС сеялки:

$$Q_{pc.4} = k_0 Q_{pv} \mu \gamma_{ac} - \Delta Q_{pc},$$

где $S_{цкс} = \pi d_{цкс}^2 / 4$ - площадь поперечного сечения цилиндрической камеры смешивания, k_0 - нормирующий коэффициент, $Q_{pv} = (BJ_{agr} H f_{тр} g K_1) / k_{10} P_k$ - объемный расход воздуха в РТС, B - ширина высева посевной культуры, J_{agr} - скорость движения сеялки, H - норма высева посевной культуры, $f_{тр}$ - коэффициент трения посевной культуры о стенки цилиндрической камеры смешивания и радиальных семяпроводов, g - ускорение свободного падения, $K_1 = (H_{цкс} + 2\pi R_p \alpha_p / k_3 + 2\pi R_p \alpha_p / k_3)$, k_3 - коэффициент, k_{10} - нормирующий коэффициент, $P_k = K_1 \gamma_v (1 + \mu) g$ - конечное давление воздушного транспортного потока в семяпроводах, γ_v - плотность воздуха, μ - массовая концентрация, $\gamma_{ac} = (2P_n \sin \alpha_v \pi d_{цкс}^2) / \lambda S_{мс} (J_v - J_{пк})^2$ - объемная плотность аэросмеси, $d_{цкс}$ - диаметр камеры смешивания, λ - коэффициент аэродинамического сопротивления, $S_{мс}$ - площадь миделева сечения зерна посевной культуры, J_v - скорость воздушного транспортного потока, $J_{пк}$ - скорость посевной культуры, ΔQ_{pc} - потери посевной культуры в РТС.

В соответствии с действующими нормативами высева зерновых культур высевальными агрегатами [3], равными, соответственно, 220-3168 кг/ч при производительности РТС 1,0-14,4 га/ч, по результатам математического моделирования были получены следующие численные данные производительности пневматических сеялок с предложенной схемой РТС, которые приведены на рисунках 2, 3.

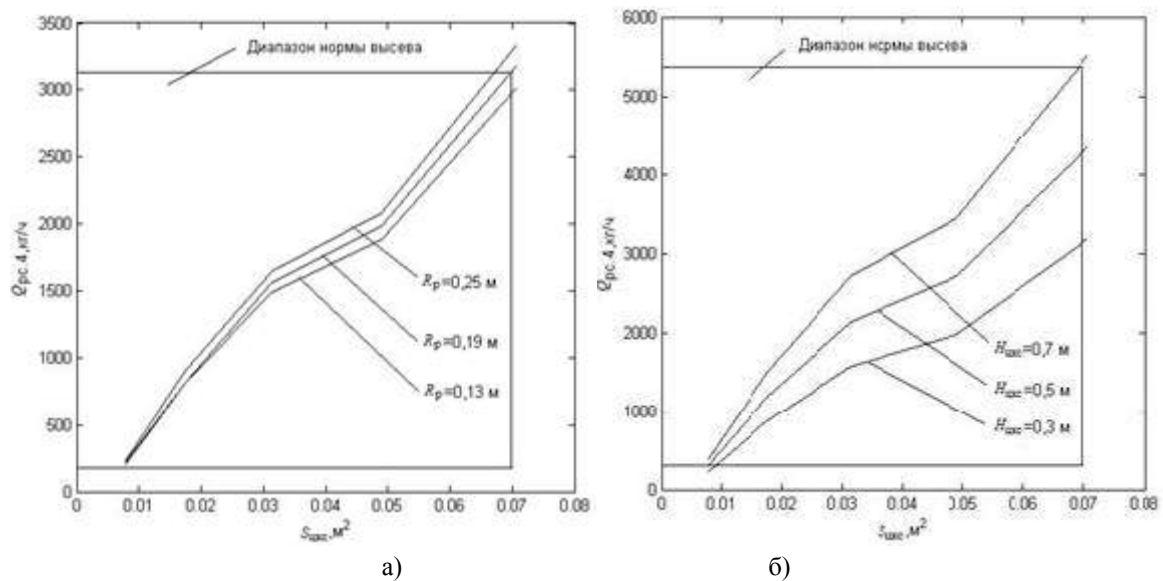


Рисунок 2 – Зависимости производительности пневматической сеялки с РТС:

а) $Q_{pc.4} = f(R_p, S_{цкс})$ от радиуса распределителя в камере смешивания, б) $Q_{pc.4} = f(H_{цкс}, S_{цкс})$ от ее высоты

Анализ полученных результатов моделирования показывает, что согласно предложенной математической модели производительность пневматической сеялки с заданной схемой пневматической РТС возрастает с увеличением радиуса R_p распределителя, а с повышением рабочего воздушного, транспортного давления, возрастает скорость транспортного потока. В несколько меньшей мере на производительность пневматической сеялки с РТС влияют угол наклона α_v воздухопроводов и радиус

семяпроводов $R_{\text{сп}}$. Эти данные необходимо учитывать при проектировании пневматических сеялок с предложенной одноступенчатой схемой РТС. Математическая модель производительности пневматической сеялки с РТС адекватно отражает физические процессы высева зерновых посевных культур, что подтверждается рядом экспериментальных данных [1, 3].

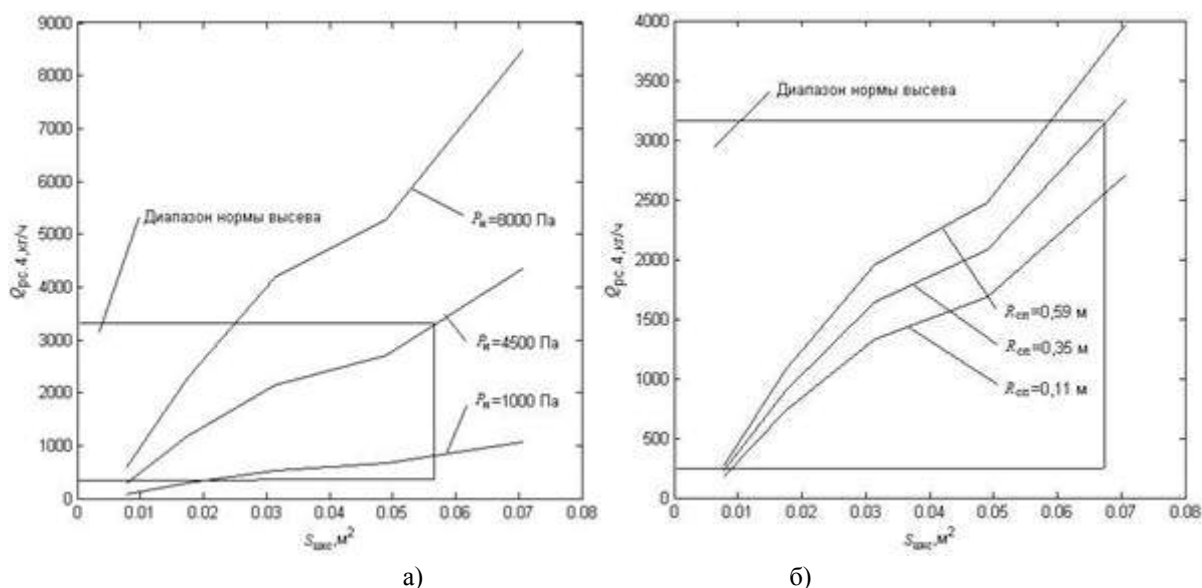


Рисунок 3 – Зависимости производительности пневматической сеялки с РТС: а) $Q_{\text{рс.4}} = f(P_n, S_{\text{цкс}})$ от нагнетаемого давления для воздушного транспортного потока, б) $Q_{\text{рс.4}} = f(R_{\text{сп}}, S_{\text{цкс}})$ от радиуса семяпроводов

Список литературы

1. Крючин, Н.П. Повышение эффективности распределительно-транс-портирующих систем пневматических посевных машин: монография. – Самара: РИЦ СГСХА, 2008. – 176 с.
2. Ламан, Н.А. Потенциал продуктивности хлебных злаков. Технологические аспекты реализации/ Н.А. Ламан, Б.Н. Янушкевич, К.И. Хмурец. – М.: Наука и техника, 1987. – 224 с.
3. Нуйкин, А.А. Посевные и посадочные машины/ А.А. Нуйкин, Н.П. Ларюшин. – Пенза: ПензаАГРОТЕХсервис, 2005. – 164 с.
4. Пятаев, М.В. К вопросу о моделировании процесса распределения семян распределителем пневматической зерновой сеялки/ М.В. Пятаев, А.П. Зырянов, Н.А. Кузнецов// Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2014. – №9 (96). – С.177-182.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Лыкова Т.А., Лачихин А.В., Ягур А.Ю.

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, РФ, г. Калуга

Работа современных мобильных роботов зачастую сопряжена с постоянным и активным перемещением в динамическом (подверженном изменениям) окружении. В настоящее время, в связи с интенсивной роботизацией обслуживаемой сферы, к примеру, внедрения робокаров на производстве, возникла серьезная необходимость создания таких роботов, которые могли бы не только уметь двигаться по заранее определенным маршрутам и обнаруживать препятствия, но и классифицировать их, чтобы, при необходимости, гибко подстроиться под изменяющееся окружение.

Задачу внедрения робокаров в производство можно и нужно решать с использованием технического зрения. Для решения поставленной задачи используем основные методы реализации технического зрения на примере использования машинки.

Для анализа поставленной задачи и выбора способа ее решения рассмотрим различные методы распознавания изображений, изучим их работу на абстрактных идеализированных примерах. В результате чего сделаем вывод о том, какой метод является оптимальным.

В настоящее время для распознавания образов используют: алгоритм скелетизации, **нейросетевые структуры, инвариантные числа, поточечное процентное сравнение с эталоном.**

Изучив известные алгоритмы и методы, можем сделать вывод о том, что для решения задачи внедрения робокаров в производство, алгоритм скелетизации и нейросетевой метод не подходят. Первый из них основан на выделении ребер и узлов элементов изображения, что может привести к некорректному определению объекта. Второй алгоритм, основанный на нейронных сетях, слишком сложен и требует больших вычислительных мощностей.

Учитывая технические характеристики камер, а так же вычислительные возможности микроконтроллеров делаем вывод, что метод инвариантных чисел и алгоритм поточечного процентного сравнения с эталоном являются оптимальными для условий поставленной задачи.

Исходя из сделанного вывода, для абстрактных идеализированных изображений рассмотрим применение алгоритма поточечного процентного сравнения с эталоном и метода инвариантных чисел.

Распознавание объектов на основе вычисления их признаков.

При реализации метода в качестве основных будем использовать две функции «bwlabel» и «imfeature».

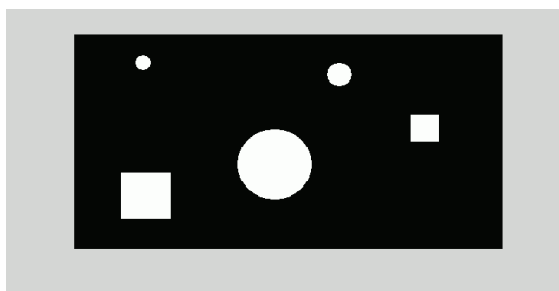


Рисунок 1—Заданное изображение.

Обрабатываемое изображение должно быть бинарным и содержать как можно меньше шумов. Сначала все изображения соответственно подвергаются обработке. Далее определяется размер изображения. При помощи функции bwlabel происходит локализация объектов на изображении, после чего вычисляются необходимые геометрические признаки объектов, и по ним происходит определение типа фигуры на изображении.

К основным морфометрическим признакам относятся коэффициенты формы:

- «solidity» – коэффициент выпуклости;
- «extent» – коэффициент заполнения;
- «eccentricit» – эксцентриситет эллипса с главными моментами инерции.

Параметр «extent» определяется отношением площади объекта к площади ограничивающего прямоугольника. Для круга этот параметр будет равен $\frac{\pi}{4} = 0.7854$, а для квадрата – 1. Но эти данные приведены для случая, когда круг и квадрат имеют идеальную форму.

Для наглядности подпишем определенные фигуры. Результат распознавания представлен на рисунке 2.

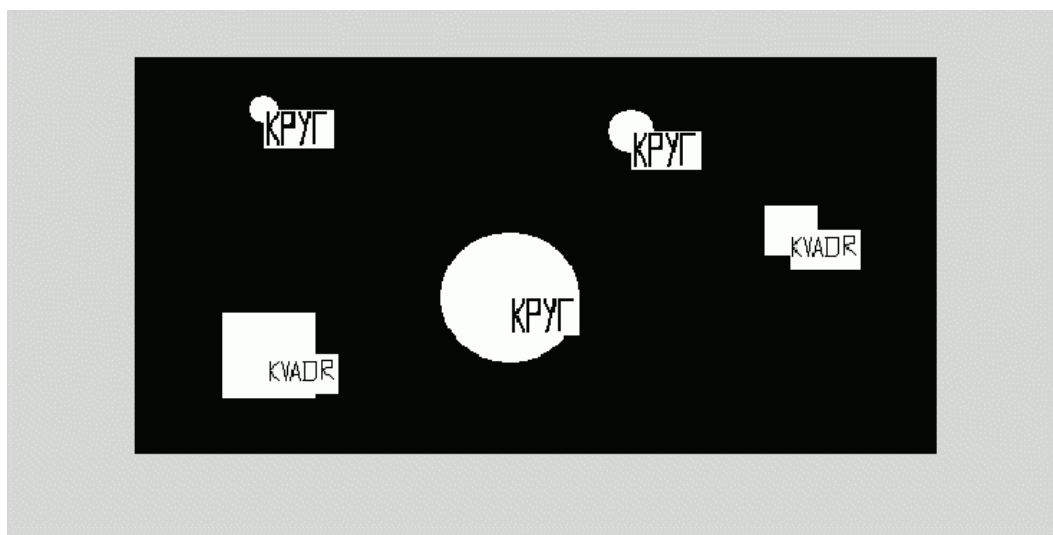


Рисунок 2—Результат обработки изображения.

Распознавание объектов путем сравнения изображений с эталонными.

Для распознавания объектов возьмем три элементарных фигуры «квадрат», «треугольник» и «круг». С данными эталонными изображениями будем сравнивать те, которые будут выбраны и таким образом будет произведена сортировка, определяющая принадлежность фигуры к тому или иному классу элементов. Выведем на экран изображения эталонных фигур и выполним его бинаризацию (Рисунок 3).

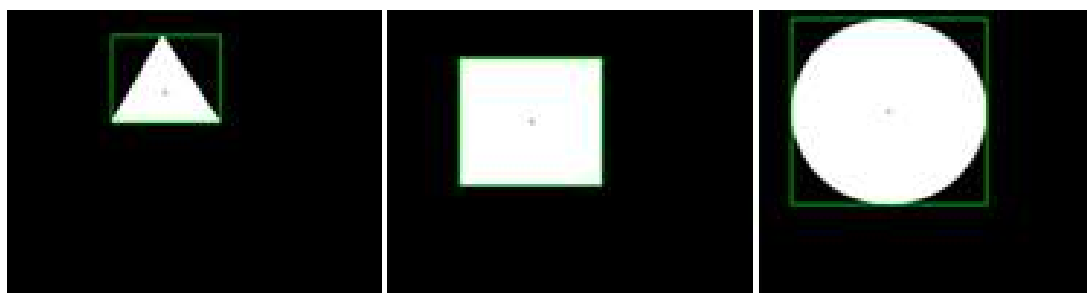
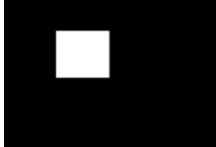




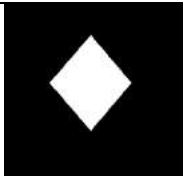
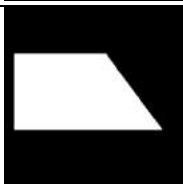



Рисунок 3—Загруженные изображения.

Для получения возможности сравнения эталонного изображения и фигуры с датчика необходимо привести все изображения к одному формату.

Чтобы привести все изображения к одному формату, вырезаем требуемые части изображения, содержащие эталонные фигуры, и приводим их к одному размеру путем масштабирования с определенными коэффициентами. Затем добавляем в программу считанное изображение, редактируем его и делаем бинарным. Выделяем на нем объект, вырезаем и приводим к общему формату. Теперь можем сравнить эталонные фигуры и поступившее изображение путем наложения изображений по коэффициенту корреляции. Поступившее изображение будет отнесено к тому классу объектов, при сравнении с которым коэффициент корреляции будет ближе к единице. Для наглядности и анализа работы программы рассмотрим классификацию различных геометрических фигур, описывающих возможные варианты препятствий. Результаты представлены в Таблице 1.

Таблица 1– Коэффициенты корреляции изображений.

			
	0,1812	0,0286	0,0889
	1	0,3061	0,1751
	0,1763	0,9213	0,9948
	0,2545	0,5051	0,5703
	0,3272	0,9988	0,9125

Сравнивая результаты работы двух алгоритмов, можно сделать следующие выводы:

- если поступающее изображение идеализировано и не имеет углов наклона относительно эталонного, то сравнение можно производить, используя коэффициент корреляции при наложении;
- если изображения имеют отклонения от заданных или их параметры неизвестны, то для корректного распознавания необходимо применить метод, использующий вычисленные признаки элементов.

Сформулированные выводы были сделаны на основе анализа абстрактных примеров. В настоящее время исследуется метод для реальных объектов, которые нужно распознавать. Предварительные исследования показали, что при выборе метода необходимо учитывать не только сложность поставленной задачи, но и различные проблемы, которые могут возникать при распознавании объектов в реальной среде.

Список литературы

1. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений / Т. С. Хуанг, Дж.-О. Эклунд, Г. Дж. Нуссбаумер и др.; Под ред. Т. С. Хуанга: Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1984. — 224 с, ил. 8. Форсайт, Дэвид А., Понс, Жан
2. Задача распознавания образов [Электронный ресурс]: <http://www.ampersant.ru/glaz/> (дата обращения: 05.10.16).
3. Компьютерное зрение. Современный подход. : Пер. с англ. - М. : Издательский дом "вильямс", 2004. - 928 с. : ил. - Парал. тит. англ. ISBN 5-845-0542-7 (рус.) 9.
4. Сенсорные системы в робототехнике [Электронный ресурс]

5. Цифровая обработка изображений, Р. Гонсалес, Р. Вудс., Москва: Техносфера, 2005. – 1072 с. ISBN 5-94836-028-8. 5. Прэнт У.

МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ В РОБОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Масюк В.М., Иванова П.М., Соловьев Н.И.

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, РФ, г. Калуга

Сегодня системы машинного зрения дают возможность упорядочить процессы производства и исключить негативное воздействие человеческого фактора. Самым распространенным применением машинного зрения является инспекция промышленных товаров [5]. За долю секунд возможно проконтролировать качество каждого товара, подсчитать их число на ленте, установить их вес и габариты. Анализируя снятые визуальные данные, система решает, какое действие совершить по отношению к объекту [12].

Общий принцип работы системы машинного зрения заключается в следующем: специальные камеры собирают информацию и передают ее на управляющее устройство, где особая программа по определенному алгоритму контролирует соответствие признаков необходимым значениям.

Группируя задачи машинного зрения, возможно определить следующие направления: использование видеопотока (серии снимков) или использование одного снимка в качестве визуальных данных.

Специфика комплекса, работающего с видеопотоком заключается в рассмотрении серии кадров как единого целого, что дает возможность делать заключение о предмете в 3 измерениях: физическом, пространственном, временном. Это позволяет, например, вести подсчет потоков людей в магазинах.

Типичный образец системы, анализирующей отдельные кадры, – отбраковка изделий на конвейерной ленте. Задача машинного зрения – установить различия с эталоном [3].

Вопросы, решаемые машинным зрением можно разбить на четыре группы:

- определение положения – установление пространственного положения предмета и передача полученных данных в управляющее устройство. К примеру, определение наилучшей локальной системы координат изделия для нахождения его центра тяжести, давая возможность роботизированному манипулятору произвести захват изделия должным образом [9];

- определение габаритов объекта;
- контроль – верификация отдельных параметров, в частности, наличие или отсутствие бирки;
- считывание разнообразной кодировки в целях идентификации [2].

Для группировки приемов и способов, применяемых в системах технического зрения, их разбивают на подклассы: зрение низкого, среднего и высокого уровней [2].

Системы низкого уровня используют для обработки данных с датчиков: определение необходимой информации из набора независимых признаков; обобщение материалов; постановка цели и средств ее достижения. Системы среднего уровня используют для задач сегментации и идентификации отдельных элементов. Системы высокого уровня включают все вышеописанные задачи [4].

Важный элемент функционирования автоматизированной системы является сегментация – разделение изображения на области по сходству свойств в их точках: по яркости, цвету, контуру [6]. Можно выделить различные методы сегментации [8]:

- метод выращивания областей – группирование подобластей в более крупные по заранее заданным критериям роста;
- метод разделения – изображение разбивается на непересекающиеся блоки, которые проверяются на однородность;
- амплитудные преобразования изображений – алгоритмы, которые изменяют значения элементов в изображении.

Системы технического зрения чаще всего включают: высокоскоростные камеры; чувствительные измерительные приборы; специализированное освещение; контроллер (микрокомпьютер с заранее

установленным программным обеспечением (ПО)); устройства синхронизации взаимодействия компонентов.

ПО – это важный компонент системы, поскольку именно оно занимается исследованием полученных данных и принимает необходимые решения [3].

Алгоритм анализа информации может осуществляться программно на процессоре, аппаратно в составе вычислителя или в пределах подсистемы формирования изображения.

Нетипичные приемы получения изображения, включающие применение иных, кроме видимого, спектральных диапазонов, когерентного излучения и т.п. значительно расширяют возможности систем [10].

Элемент, необходимый каждой системе машинного зрения – специальная подсветка. Освещение предназначено для выделения особенностей, которые представляют важность, и сведение к минимуму помех (тени, отражения).

Потребность в специализированной подсветке обоснована такими обстоятельствами как: низкий уровень освещения; недостаточная частота мерцания общего освещения; необходимость корректирования угла падения светового пучка; потребность в управлении яркостью освещения; изменение интенсивности освещения в течении суток.

Сегодня на производстве используют два вида источников освещения: лазерные и светодиодные. По сравнению с лазерными, светодиодные дешевле и более гибки при эксплуатации, поскольку позволяют сформировать почти любую конструкцию подсветки.

Режимы использования освещения может быть постоянным (статичное освещение) и импульсным (мерцание необходимой интенсивности).

При импульсном режиме источник света работает малый интервал времени, что сохраняет его ресурс. В момент импульса подается более высокое напряжение, позволяя получить более интенсивный поток света. Постоянный режим применяется, когда не имеется возможность синхронизации камеры и подсветки.

Классификация промышленного освещения возможна по следующим признакам: спектр освещения; угол падения световых лучей; особенности конструкции подсветки.

Разберем основные типы светодиодных подсветок на примере оборудования Latab [11].

Таблица 1 – Конструктивные особенности освещения

Тип подсветки	Схематичное изображение
Back Light – светодиоды расположены по всей поверхности (когда необходимо просветить предмет)	
Line Light – применяют с целью местного освещения всей ширины предмета	
Ring Light – кольцевая подсветка (при необходимости осветить предмет под прямым углом)	
DarkField Light – применяется в целях детализации рельефа объекта	
DomeLight – подсветка дает возможность исключить влияние теней (свет поступает со всех сторон)	

Лазерная подсветка любопытна возможностью использования разнообразных насадок для получения координатной сетки на плоскости изделия. Эта особенность не заменима в задачах перевода условных координат камеры в реальные с целью управления захватом манипулятора.

Также, на применении лазера основывается трехмерная триангуляция. Это методика получения трехмерного изображения через подсветку изделия лазером и получения камерой силуэта профиля, созданного лазером. Большое количество данных профилей формирует трехмерный образ [7].

Камеры машинного зрения подразделяются на группы [1]:

- тепловизоры (мониторинг температуры объекта);
- съемочные камеры особого применения (к примеру, с высокой скоростью съемки);
- съемочные камеры машинного зрения (передают несжатые данные без потерь качества);
- съемочные камеры охранного наблюдения (кодируют данные при трансляции по сети).

Важным элементом камеры является объектив. По характеру фокусного расстояния объективы делят на монофокальные (однофокусные) и вариофокальные (с изменяемым фокусным расстоянием). На производстве лучше использовать монофокальные потому, что вариофокальные имеют характерную черту утрачивать настройки фокуса под влиянием тряски конвейера [3].

Сегодня много внимания уделяют автоматизации, потому как серийный выпуск изделий особенно чувствителен к колебанию цен и качества, а машинное зрение дает возможность сохранять его на высоком уровне.

Приемы машинного зрения не заменяют технологии промышленной автоматизации, а гармонично дополняют их. Впрочем, информация, получаемая элементами машинного зрения, содержит условный и несколько сомнительный характер. Потому, применение разнообразных техник получения, обработки и исследования необходимой информации открывает большое поле деятельности для дальнейших разработок.

Используя вышеописанные наработки, была разработана система технического зрения для промышленной ячейки, включающей в себя робот манипулятор Fanuc R-2000iB/210F и участок конвейерной ленты.

Список литературы

1. Sick I. V. P. Machine Vision Introduction. – 2006. – N 9. – 11 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB // М.: Техносфера. – 2006. – Т. 616. – С. 6.
3. Дятлов Е. И. Машинное зрение (аналитический обзор) // Математические машины и системы. - 2013. - №. 2. - с. 32 – 40.
4. Иванова П. М., Харченкова Е. А., Масюк В. М. Методика построения автоматизированной конвейерной ленты системы сортировки с элементами технического зрения // им. НЭ Баумана© Издательство МГТУ им. НЭ Баумана, 2016. – 2016. – С. 205 – 208.
5. Костылев Д. А. Машинное зрение в робототехнических системах / Д. А. Костылев, О. В. Федотов // Наука, техника и образование. - 2016. - №7. - с. 55 -58.
6. Лайонс Р., Бритов А. А. Цифровая обработка сигналов. – М: Бином, 2007. – С. 656.
7. Лысенко О. Машинное зрение от SICK/IVP // Компоненты и технологии. – 2007. – №. 66.
8. Рудаков П. И., Сафонов И. В. Обработка сигналов и изображений Matlab 5. x // под общ. ред. Потемника В.Г. – М.: ДИАЛОГ–МИФИ, -2000.
9. Видеодатчики Cognex [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cognex.com>. – (Дата обращения 19.12.2016).
10. Потапов А. Системы компьютерного зрения: современные задачи и методы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://controleng.ru>. – (Дата обращения 19.12.2016).
11. Светодиодное освещение для задач машинного зрения Latab [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.latab.net>. – (Дата обращения 19.12.2016).
12. Шапиро Л., Стокман Д. Компьютерное зрение // М.: Бином. Лаборатория знаний. - 2006. - с. 752.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ И СПОСОБНОСТЬЮ СОРТИРОВКИ. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИВОДНОЙ ЧАСТИ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ (МОТОРА-РЕДУКТОРА)

Масюк В.М., Иванова П.М., Харченкова Е.А.

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, РФ, г. Калуга

Введение автоматизации на производстве позволяет значительно повысить производительность труда и качество выпускаемой продукции.

На предприятиях пищевой, деревообрабатывающей, химической, металлургической промышленности нашли свое применение *ценные конвейеры*. Широко их используют на железнодорожном и водном виде транспорта, в энергетике, в автомобилестроении [7].

Моделирование роботизированной комплекс с наличием приводной части (мотора-редуктора) позволит в полной мере исследовать полученную систему, т.е. определить временные и качественные показатели работы, что в дальнейшем упростит запуск системы в реальном времени [9].

Целью данной научно-исследовательской работы является разработать 3D-модель автоматизированной конвейерной ленты, задать необходимые сопряжения и взаимосвязи для корректной работы установки; исследовать механическую часть в среде SimMechanics (Matlab) с использованием возможностей программ трехмерного моделирования [2]; составить математические модели системы и асинхронного двигателя в среде Matlab [3]; провести расчет характеристик приводной части, обеспечивающих заданные требования; провести анализ полученной системы.

Физическое моделирование в среде SimMechanics значительно облегчает усилия моделирования сложных механических систем, поскольку позволяет моделировать механические системы органов и суставов, для имитации их движения, легко изменять структуру, оптимизировать параметры системы, а также анализировать результаты все в среде Simulink [8]. Такой подход не требует громоздких происходящий дифференциальных уравнений системы и представляет собой простой, и быстрый способ получить динамическую модель системы и экономит время и усилия [5].

На начальном этапе была смоделирована роботизированная ячейка, включающая в себя следующие элементы: робот «Fanuc R-2000iB/210F», конвейерная лента, контейнеры для сортировки деталей (рис. 1).

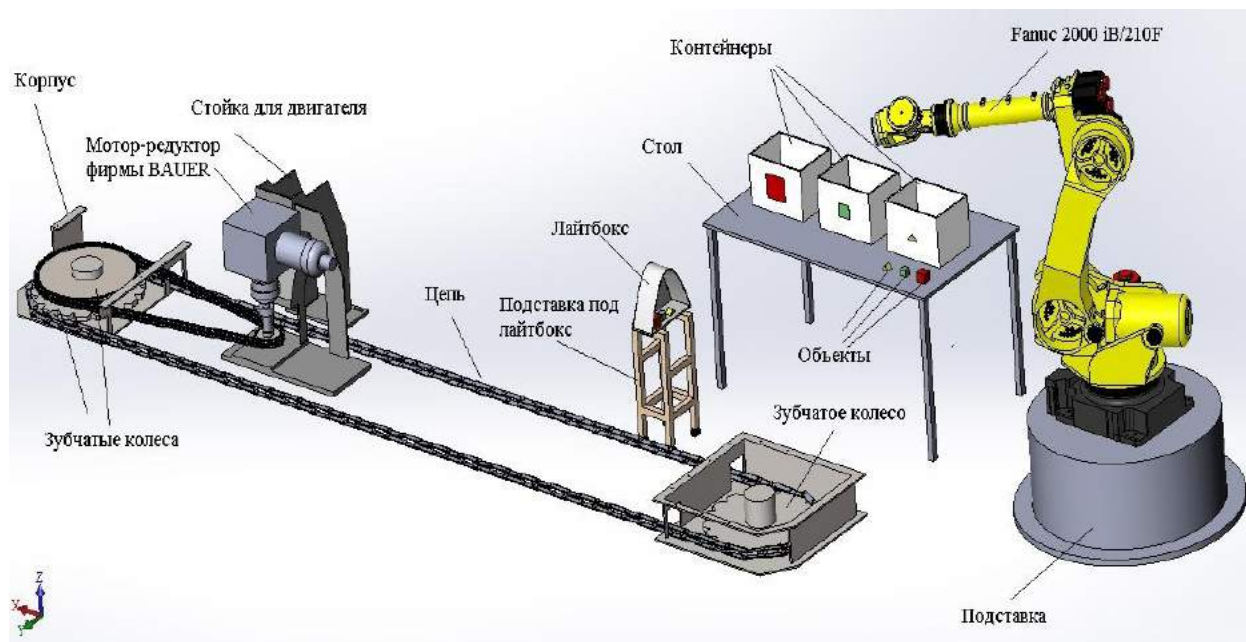


Рисунок 1 – Роботизированная установка

Предметом исследования является конвейерная лента (рис.2).

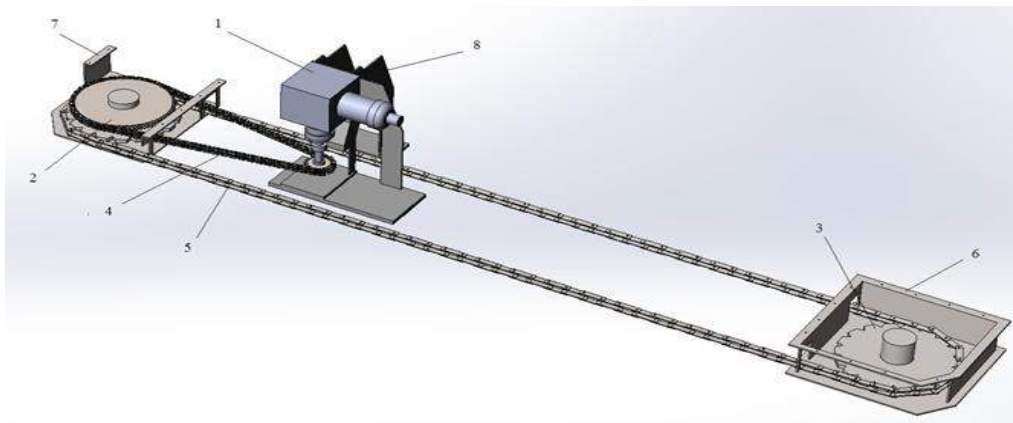


Рисунок 2 – Конвейерная лента, включающая в себя следующие элементы: 1 - мотор-редуктор, 2 - малые колеса (2 шт.), 3 - большие колеса (2 шт.), 4,5 - цепь, 6,7 - корпус, 8 - стойка для мотор-редуктора

Данная модель конвейерной ленты была переведена в Matlab, но из-за сложности сборки, а именно большого количества элементов цепи, программа работала очень медленно. Поэтому было принято решение заменить физическую модель цепи на виртуальную при помощи блока «Angle Drive» [4], который связывает ведомое и ведущее колеса (задает зависимость угла между двумя векторами оси тел от времени) (рис.3). При подаче задающего воздействия движение одного колеса следует одним за другим (рис. 4).

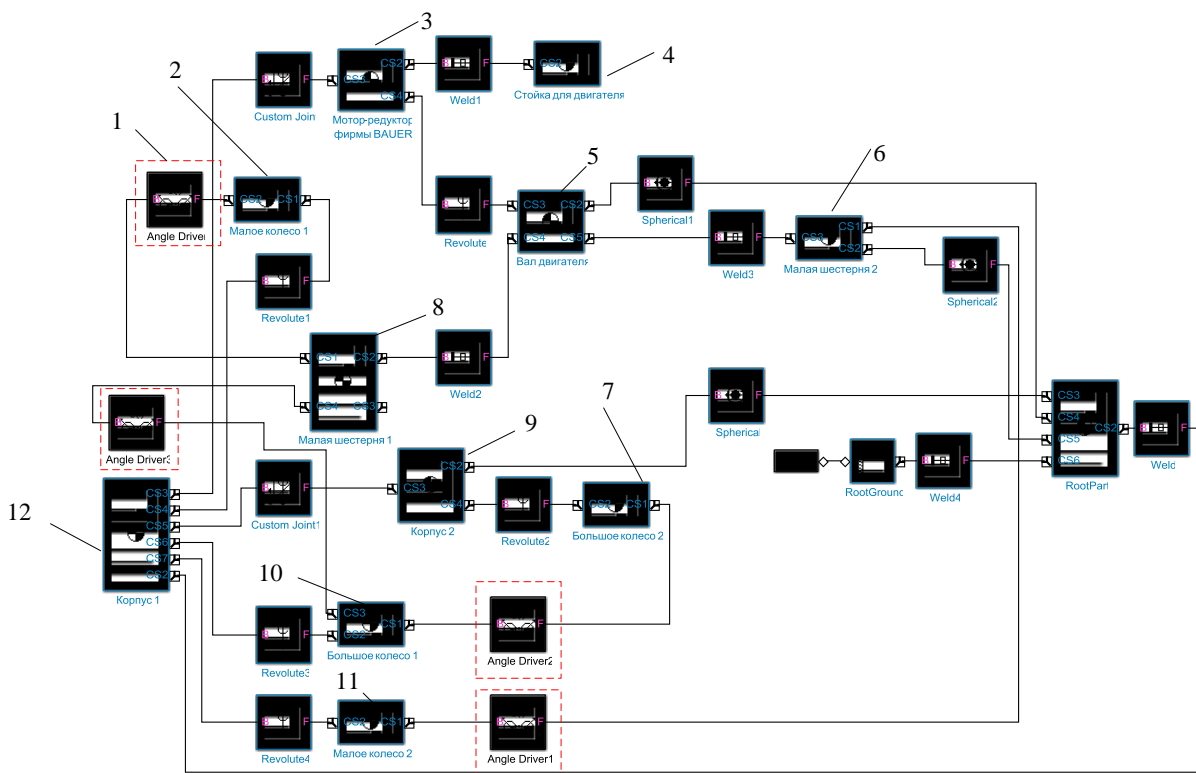


Рисунок 3 – Схема окончательной модели, 1 – блок, задающий взаимодействие между колесами; 2 – малое колесо 1; 3 – мотор-редуктор;
4 – стойка для двигателя; 5 – вал двигателя; 6 – малая шестерня 2;
7 – большое колесо 2; 8 – малая шестерня 1; 9 – корпус 2; 10 – большое колесо 1; 11 – малое колесо 2; 12 – корпус 1

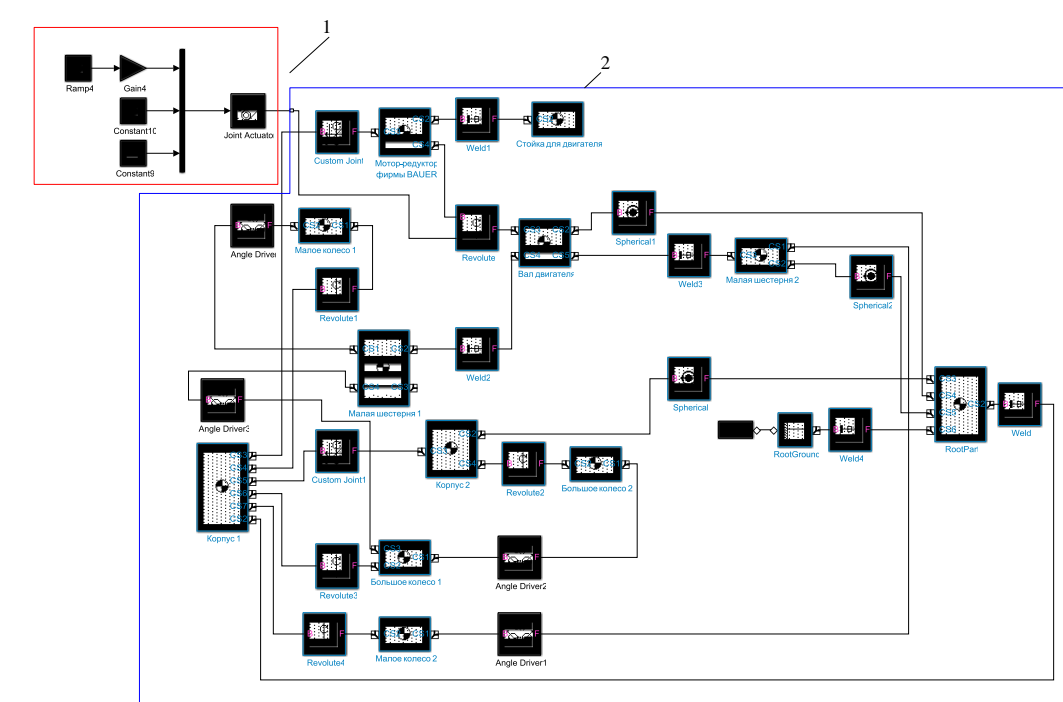


Рисунок 4 – Схема с блоками, задающими взаимосвязи между подвижными элементами, где 1 - задающее воздействие, 2 – схема конвейерной ленты

Для исследования конвейерной ленты, с учетом реакция, происходящих в реальном времени были произведен расчет асинхронного двигателя [6], который затем был использован для установления параметров в блок (Asynchronous Machine) и смоделирована модель (рис. 5), которая иллюстрирует использование блока асинхронной машины в двигательном режиме [4].

Three-Phase Asynchronous Machine

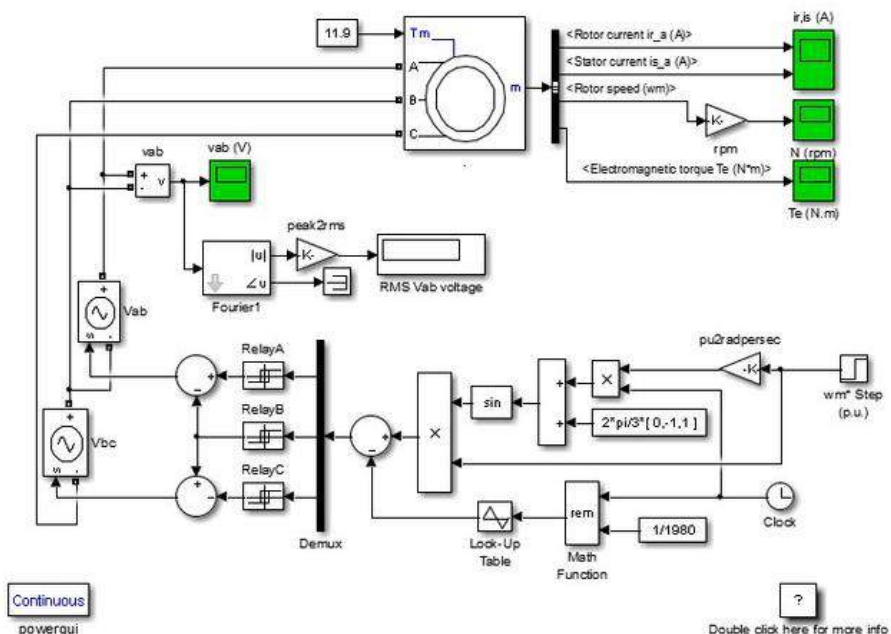


Рисунок 5 – Модель динамики трехфазного асинхронного двигателя

Далее схемы асинхронного двигателя и автоматизированной конвейерной линии были объединены.

Полученная математическая модель представлена на рисунке 6.

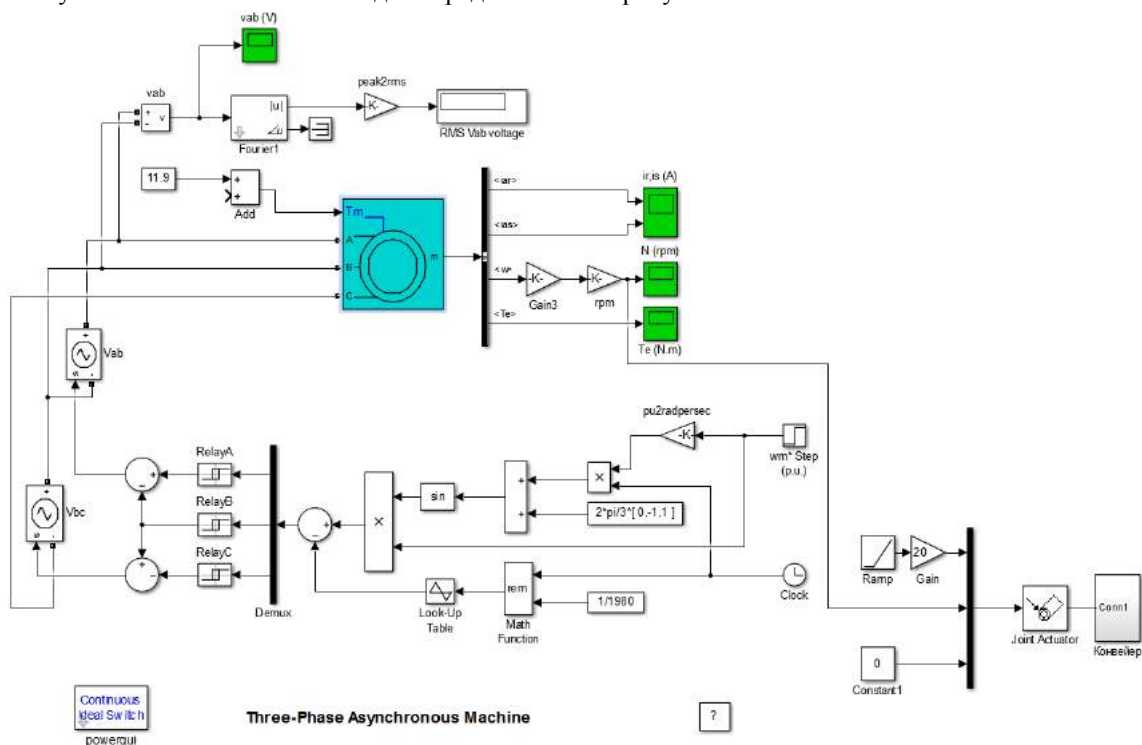


Рисунок 6– Схема системы с воздействием от двигателя

Для компактности математическая модель конвейерной линии была объединена в блоки "Приводная часть", "Механическая часть", "Нагрузка" (рис. 7).

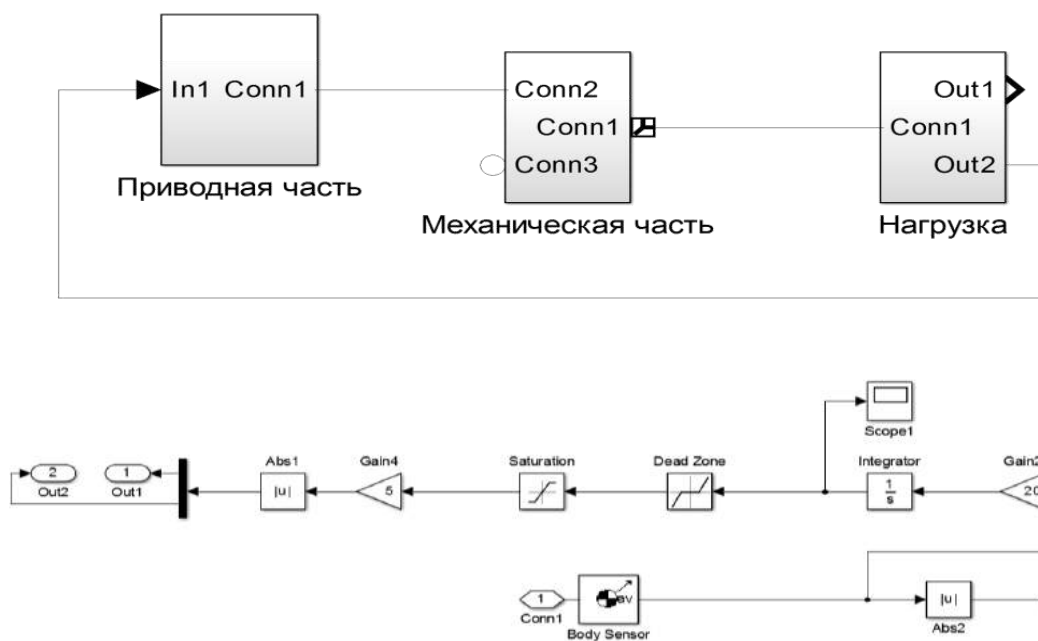


Рисунок 7 – Объединенная в блоки блок-схема

По результатам научно-исследовательской работы можно сделать следующие выводы:

- для моделирования необходимо использовать модель с минимальным количеством сопряжений;
- при использовании физической модели цепи система работает медленно;
- виртуальная модель цепи позволяет в полной мере заменить физическую;
- замена нескольких воздействий одним двигателем позволяет в полной мере оценить динамические параметры.

Список литературы

- 1) Джендубаев А.З., Алиев И.И. MATLAB, Simulink и SimPowerSystems в электроэнергетике: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника", профиль "Электроснабжение". – Черкесск: БИЦ СевКавГГТА, 2014. – 136 с.
- 2) Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1 + Simulink 5 и MATLAB 7 + Simulink 6 в математике и математическом моделировании. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005.
- 3) Мусалимов В.М., Заморюев Г.Б., Калапышина И.И., Перечесова А.Д., Нуждин К.А. Моделирование мехатронных систем в среде MATLAB (Simulink / SimMechanics): учебное пособие для высших учебных заведений. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 114 с.
- 4) Усольцев А.А.. Частотное управление асинхронными двигателями: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 94 с.
- 5) Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.: ил.
- 6) Щербаков В.С., Корытов М.С., Руппель А.А., Глушеч В.А., Милушенко С.А. Моделирование и визуализация движения механических систем в MATLAB. – СибАДИ, 2006. – 6-24 с.
- 7) Щербаков В.С., Руппель А.А., Глушеч В.А. Основы моделирования систем автоматического регулирования и электротехнических систем в среде Matlab и Simulink: учебное пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2003. – 160 с.
- 8) Булгаков А.Г., Воробьев В.А. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения 5.11.2016)
- 9) Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических систем. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения 10.11.2016)

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ УХОДА УГЛОВОГО ПАРАМЕТРА СЕРВОПРИВОДА СТЕПЕНИ ПОДВИЖНОСТИ РОБОТА

Ягур А.Ю., Лапиков А.Л., Лыкова Т.А.

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, РФ, г. Калуга

Электрические приводы используются в 40 – 50% серийно выпускаемых промышленных роботов (ПР). Точность позиционирования электрического привода достигает значений до $\pm 0,5$ мм. Их применяют как в позиционном, так и в контурном режимах работы.

Преимуществами электроприводов являются более высокая экономичность, КПД, удобство сборки и хорошие регулировочные свойства. Как правило, в электроприводах используют синхронные, шаговые и двигатели постоянного тока.

При создании ПР различной сложности часто применяются сервоприводы. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) используется в управлении сервомотора для преобразования переменного напряжения в постоянное, с изменением его среднего значения. Управление средним значением напряжения происходит путем изменения скважности (γ) импульсов.

Цель данной работы – исследование зависимости ширины импульса от угла поворота сервопривода TowerPro MG995 и его отклонение от нормы, выявление причин этих отклонений и способа их устранения.

Для нашей прорабатываемой модели серводвигателя не приводилось официальных исследований. Анализируемый привод, обычно, используется в приложениях, где не требуется точность позиционирования. Используем метод юстировки, путем подбора искомого угла ухода. Однако, предположительно, что одной юстировки не будет достаточно для дальнейшего использования данного сервопривода.

Если задача состоит в достоверности угла поворота вала, используют более дорогие модели серводвигателей. В настройке такого оборудования применяется сложнейшее программное и аппаратное регулирование.

Проблемой всех сервомоторов из данной ценовой категории является уход углового параметра θ в результате продолжительной работы, т.е. для θ добавляется паразитная координата $\theta + \Delta\theta(t)$, где t – время использования.

Для устранения или, по крайней мере, уменьшения значимости этого недостатка, можно попробовать скомпенсировать разницу $\Delta\theta$. Чтобы проверить гипотезу существования зависимости $\Delta\theta(t)$, следует провести серию экспериментов, для чего необходимо собрать стендовую модель, принципиальная схема которой представлена на рисунке 1.

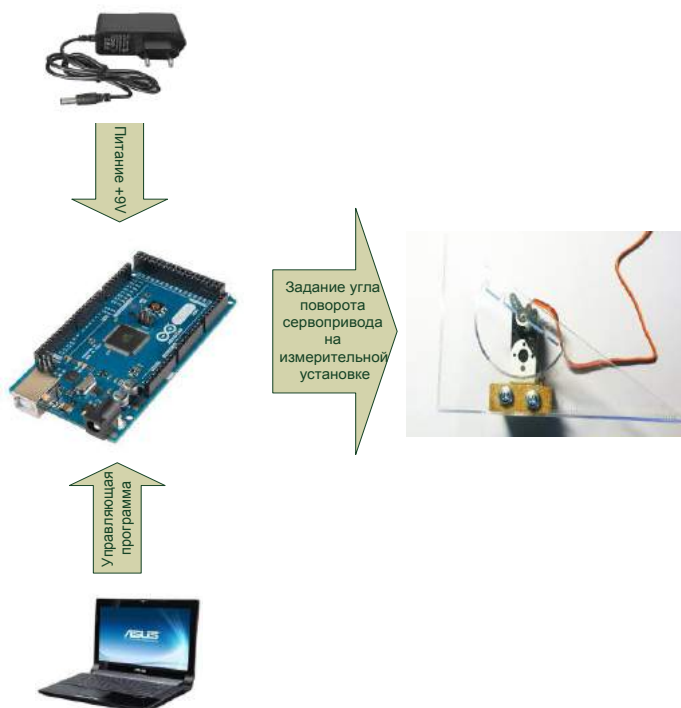


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки

В результате проведения серии экспериментов, используя разные углы поворота, собираем статистические данные. По собранным статистическим данным получаем график зависимости θ экспериментальная от длины импульса τ и аппроксимируем его. Если график не приближается к экспоненте, то целесообразно искать способ устранения ошибки.

Для начала, необходимо определить диапазон управляющего сигнала, так как для каждого образца серводвигателя он в какой-то мере индивидуальный.

Экспериментально было установлено, что 0° соответствует $\tau_1 = 520$ мкс, а 180° $\tau_2 = 2420$ мкс (рисунок 2).

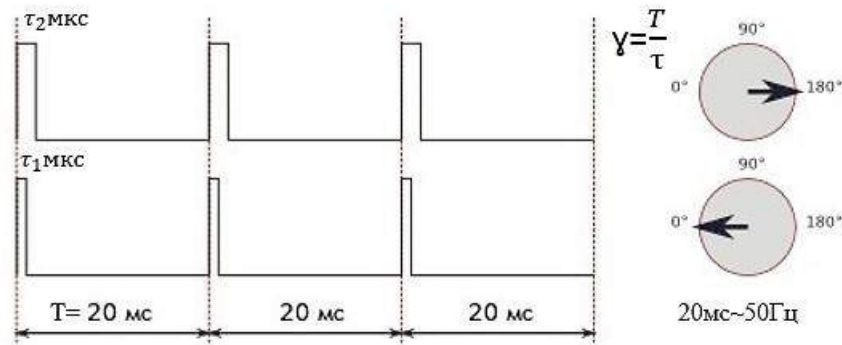


Рисунок 2 – Управляющий сигнал

С помощью вычислений установим, какая доля длины импульса приходится на 1° :

$$1^\circ \sim \frac{\tau_2 - \tau_1}{180} \sim 10, (5) \approx 11 \mu\text{с}.$$

Для управления сервоприводом нам потребуется сформировать ШИМ с частотой 50 Гц.

Воспользуемся двумя путями формирования ШИМ сигнала:

- 1) открытая библиотека SERVO из комплекта Arduino;
- 2) подача высокого/низкого уровня сигнала на порт ввода/вывода с определенным временным интервалом.

Диапазон измеряемых эталонных углов составляет: $0^\circ, 10^\circ, 13^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ \dots 180^\circ$.

Выбранный охват был подобран не случайно. При первом запуске двигателя через стандартную библиотеку,

была обнаружена «мертвая зона», которая равнялась 13° . Кроме «мертвой зоны» было обнаружено, что

вал может поворачивается не на обещанные производителем 120° , а на 180° .

Для обоих путей решения потребуется провести эксперимент для каждого угла из выбранного диапазона 50 раз.

Найдем средние значения экспериментальных углов поворота θ и $\Delta\theta$. На основе полученных данных, построим графики для каждого из методов генерации ШИМ (а) – первый метод, б) – второй метод).

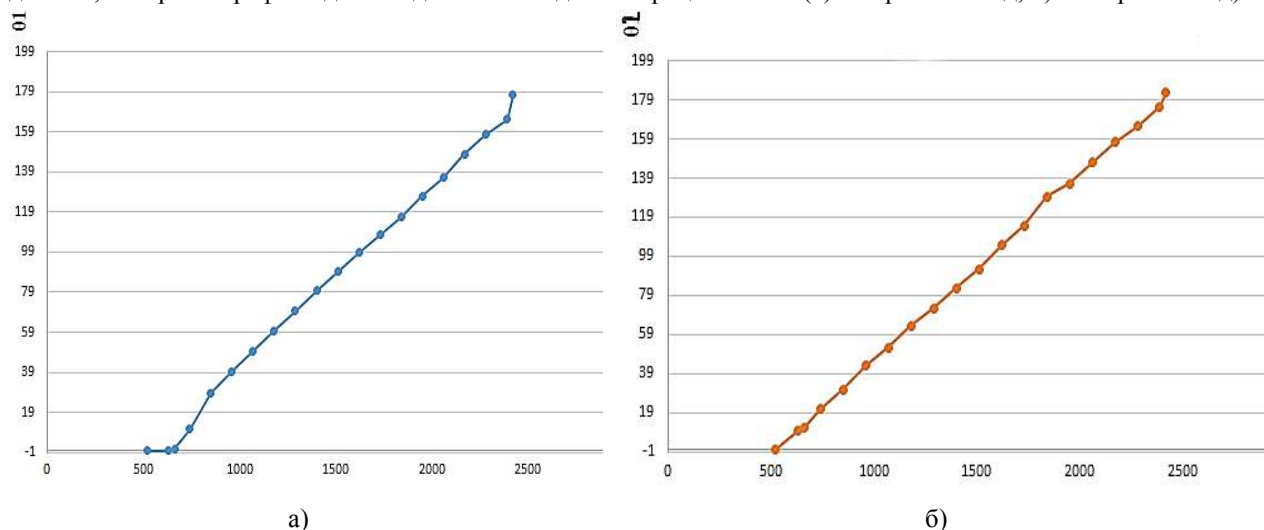


Рисунок 3 – Зависимость угла поворота от длины импульса

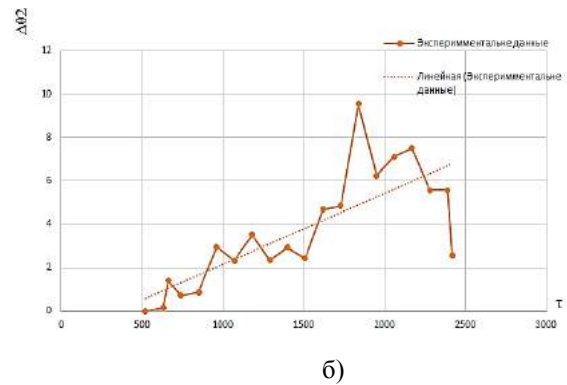
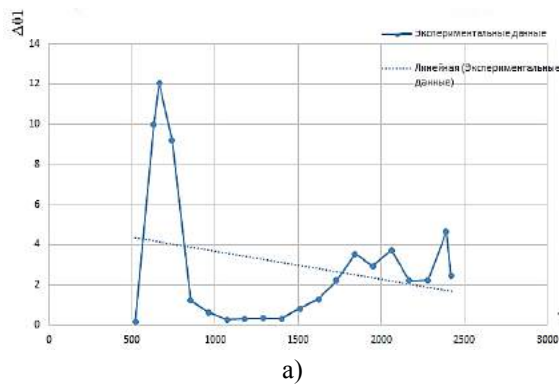


Рисунок 4 – Зависимость увода углового коэффициента от длины импульса

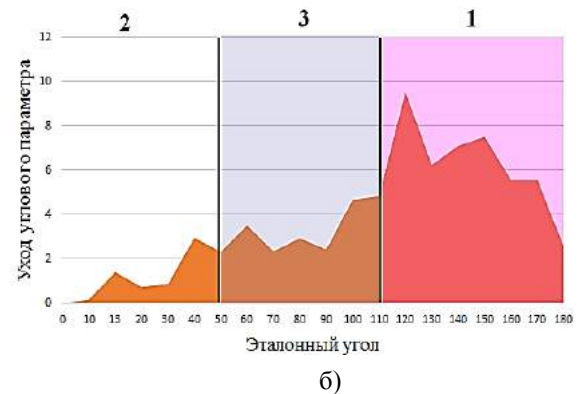
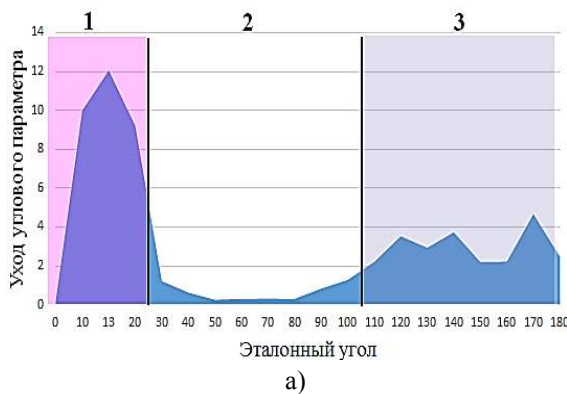


Рисунок 5 – Рекомендуемый диапазон работы

На рисунке 5 пронумеровано:

- 1 – диапазон работы, в котором необходима юстировка, но ее сложно или невозможно реализовать;
- 2 – диапазон работы, в котором можно обойтись без юстировки;
- 3 – диапазон работы, в котором необходима тарировка.

При анализе вышеуказанных графиков были получены промежуточные результаты:

- 1) график зависимости между углом поворота и длиной импульса не имеет беспорядочный характер, следовательно, возможна корректировка угла поворота.
- 2) производить регулировку возможно не для всего диапазона углов;
- 3) метод формирования сигнала с помощью библиотеки SERVO из комплекта Arduino желательно использовать для среднего диапазона углов;
- 4) метод подачи высокого/низкого сигнала на порт ввода/вывода с определенным временным интервалом желательно использовать для начального диапазона углов.

При первом подходе углы, которые целесообразно корректировать, лежат в диапазоне $110^{\circ} - 180^{\circ}$.

Среднее значение коэффициента углового увода лежит в пределе 3° , что пропорционально 33мкс. Для данного метода это неважно, так как в код программы мы записываем величину угла.

При втором подходе углы лежат в диапазоне $50^{\circ} - 110^{\circ}$ и $120^{\circ} - 180^{\circ}$. Среднее значение коэффициента углового увода лежит в пределе 3° и 6° , что пропорционально 33мкс и 66мкс соответственно.

Записав данные значения в программный код и повторив серию экспериментов, было выяснено, что разработанный метод корректировки исправил ошибочные углы поворота.

В ходе проведенного анализа была исследована зависимости ширины импульса от угла поворота сервопривода. Экспериментальным путем были установлены различия в углах поворота при разном задании ШИМ сигнала. Самым рациональным путем решения проблемы увода угла сервопривода может являться задание начальной и конечной ширины импульса для каждого сервопривода индивидуально на основе проделанных измерений.

Список литературы

1. Блум Джереми. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства: Пер. с англ. – СПб.: БХВ – Петербург, 2015. – 336 с.: ил.
2. Драчев Г.И. *Теория электропривода*. Челябинск, Издательство ЮУрГУ, 2002, 137 с.
3. *Серводвигатель MG995 и Arduino*. URL: <http://arduino-diy.com/arduino-MG995-servo>

СЕКЦИЯ №5.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)

ПРИМЕНЕНИЕ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫГРУЗКИ УГЛЯ НА НОВО-ИРКУТСКОЙ ТЭЦ

Меркулова И.П., Власова Н.В.

ФГБОУ ВО ИрГУПС, РФ, г. Иркутск

Перевозка угля является самой объемной из всех видов перевозок, реализуемых железной дорогой. В Российской Федерации перевозки угля по железной дороге занимают одну третью часть всех грузов.

Всего сначала 2016 года по Восточно-Сибирской железной дороге было отправлено 187,7 млн. т. угля, что на 3,8% выше уровня 2015 года.

Уголь - вид ископаемого топлива, образовавшийся из частей древних растений под землей без доступа кислорода. В состав угля входят: минеральные примеси, планктон, влага, а также органическое вещество. Уголь в земной коре залегает пластами, пластообразными и линзовыми залежами, имеет землистую, слоистую или зернистую структуру; цвет угля от коричневого до черного.

Уголь относят к классу опасности 4.1: легковоспламеняющиеся твердые изделия и вещества, которые возгораются при трении или воспламеняются от воздействия источника огня. Поэтому перевозка угля осуществляется согласно «Правилам перевозок опасных грузов по железным дорогам Российской Федерации».

Для грузоперевозки угля используют полувагоны, которые соответствуют определенным требованиям: они не должны иметь щелей в разгрузочных люках больше, чем допускается стандартами, не должны содержать сора и песка. Полувагоны также должны быть исправными.

Уголь грузят в полувагоны на подъездных путях карьеров и шахт, а выгружают на подъездных путях заводов, организаций, электростанций, занимающихся снабжением топлива городских предприятий и населения.

Топливом на Ново-Иркутской ТЭЦ является уголь. Ново-Иркутская ТЭЦ, является источником ОАО «Иркутскэнерго». Н-И ТЭЦ - самый крупный источник тепловой энергии для системы централизованного теплоснабжения г. Иркутска.

В настоящее время на Н-И ТЭЦ используется уголь Восточно-Сибирских месторождений: Азейский, Мугунский, Ирбейский, Переяславский и Ирша-Бородинский (КАБ).

Максимальные годовые расходы угля, сжигаемых в котлах Н-И ТЭЦ представлены в таблице 1. В существующем состоянии Н-И ТЭЦ без сложностей справляется с поставками топлива в периоды низких температур наружного воздуха.

Таблица 1 Максимальные годовые расходы угля, сжигаемых в котлах Н-И ТЭЦ

Показатель	Ед. изм.	2014	2015	2016
Максимальный годовой расход условного топлива зимнего периода	т.у.т.	963035	1016412	986349
Максимальный годовой расход условного топлива летнего периода	т.у.т.	97102	105486	105467
Максимальный годовой расход условного топлива переходного периода	т.у.т.	149099	105984	115989
Всего расход топлива	т.у.т.	1209235	1227882	1207805

Тонна условного топлива (т.у.т.) - единица измерения топлива, равная по своей энергетической ценности тонне угля.

Основной объем топлива (79% от общего объема) поступает с Азейского и Мугунского месторождений. Характеристики этих углей представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики углей Азейского и Мугунского месторождений

Месторождение	Удельная теплота сгорания (средняя), ккал/кг	Зольность (средняя), %	Влажность (средняя), %	Содержание серы (среднее), %	Выход летучих веществ, %
Мугунское	4000	23	24,5	1,2	49
Азейское	3900	23,4	25,1	0,9	49,5

Подача топлива на электростанцию обеспечивается поставкой угля в полувагонах со станции Кая ВСЖД.

Прибывающие вагоны подаются в разгрузочное устройство, оборудованное вагоноопрокидывателями.

Вагоноопрокидыватель является специальной конструкцией для механизированной разгрузки вагонов. На Н-И ТЭЦ используются два вагоноопрокидывателя ВРС-125.

Значительная часть выгруженного угля на вагоноопрокидывателях остается на решетке бункера и не попадает в сам бункер из-за смерзания отдельных частиц груза, в результате чего уголь остается на решетке и для просыпания необходимо механическое дробление.

Чтобы оставшиеся на решетках большие куски угля измельчились, нужна дробильно-фрезерная машина, которая должна быть расположена над решетками бункеров. На Н-И ТЭЦ используются дробильно-фрезерные машины ДФМ-11 по три для каждого вагоноопрокидывателя.

После выгрузки угля и дробления, топливо направляется далее по системе ленточных конвейеров, либо на открытый угольный склад, либо в дробильный корпус. Уголь, который не требует измельчения, пропускается мимо дробилок, с помощью устанавливаемых грохотов. Дальше уголь подается конвейером в бункера паровых котлов.

Сокращение времени на дробление смерзаемого груза, возможно, с внедрением современных дробильно-фрезерных машин нового поколения.

В настоящее время лучшей современной дробильно-фрезерной машиной для разгрузочных устройств вагоноопрокидывателями является ДФМ-32, выпускающейся предприятием «УРАЛТЕХЭНЕРГО». Это предприятие занимается поставкой, изготовлением, а также разработкой дробильно-фрезерных машин для дробления на решетках бункеров различных типов разгрузочных устройств. ДФМ-32 предназначена для замены устаревшей машины типа ДФМ-11.

Основное различие между ДФМ-32 и ДФМ-11 является наличие боковых фрез, которые позволяют увеличить зоны дробления до 100%, что значительно сокращает время обработки полувагонов (60-70 секунд). Кроме того, новые машины имеют гораздо более мощную основную фрезу (диаметр основных фрез по концам зубьев - 1150 мм, боковых - 790 мм 950 мм). Эти машины имеют ряд принципиальных отличий, целиком улучшающих их эксплуатационные качества.

Для легкой замены дробильно-фрезерной машины предприятие "Уралтехэнерго", разработало ДФМ-32/11, которая является модификацией машины ДФМ-32.

Дробильно-фрезерная машина ДФМ-32/11, специально разработана для колеи 5810 мм, то есть под колею ДФМ-11. Это позволяет быстро и без значительных финансовых затрат заменить устаревшую машину ДФМ-11 на современную машину ДФМ-32/11 без реконструкции узла, разгрузочных устройств, используя существующие балки, решетки и рельсовый путь.

Таким образом, внедрив современные дробильно-фрезерные машины, можно снизить время на нахождения вагонов под выгрузкой, а также сократить оборот вагона на станции выгрузки и тем самым высвободить парк вагонов, снизить капитальные вложения на их приобретения, что положительно скажется на показателях не только работы станции, но и работы Н-И ТЭЦ.

Список литературы

1. Афанасьев И.Г., Ежов И.В. Схема теплоснабжения города Иркутска до 2031 года (актуализация на 2016 год): проектная документация. Иркутск, 2015, т.10.
2. Ушаков Д.Н., Виноградов В.В., Ожегов С.И. Большой толковый словарь русского языка. Издательство АСТ, 2004
3. <http://www.tks.ru> [Электронный ресурс]
4. <http://www.utenergo.ru> [Электронный ресурс]

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

СЕКЦИЯ №7.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

О ВЛИЯНИИ РЕЖИМОВ ПРОКАТКИ НА ВЕЛИЧИНУ ТЕРМОУПРУГИХ НАПРЯЖЕНИЙ В РАБОЧИХ ВАЛКАХ ТОЛСТОЛИСТОВОГО СТАНА 5000

Лошкарев О.Н., Родин А.И.

НИТУ «МИСиС», РФ, г. Москва

В конструкциях, циклически изменяющих во времени своё температурное поле, возникает поле термических напряжений, также циклически изменяющееся во времени. До тех пор, пока термические напряжения вызывают только упругие деформации, конструкция может работать сколько угодно долго без нарушения несущей способности. Если же циклические тепловоздействия вызывают упруго-пластические деформации, то возникает одно из следующих явлений:

- 1) пластические деформации неограниченно возрастают с течением времени – тело разрушается в течение первого цикла;
- 2) пластические деформации, оставаясь ограниченными по величине, циклически изменяются в некоторых пределах – тело разрушается от усталости;
- 3) с течением времени в теле развивается некоторое поле остаточных напряжений, исключающее возможность пластического течения при всех дальнейших изменениях внешних сил - система приспособляется.

Вопрос о том, разрушится ли тело от усталости или приспособится к заданным циклам нагрузки, обычно решается на основе теоремы Э. Мелана, сущность которой заключается в следующем. Если можно найти такое, не зависящее от времени, распределение остаточных напряжений, при которых сумма с условными упругими напряжениями в каждой точке тела образует напряженное состояние, находящееся внутри поверхности текучести при всевозможных комбинациях нагрузок (лежащих в заданных пределах), то конструкция приспособляется к данной программе циклического нагружения. При этом условными упругими считаются напряжения, подсчитанные в предположении совершенной упругости материала независимо от уровня температуры и напряжений.

Вопрос о приспособляемости конструкций, работающих в условиях циклических термоупруго-пластических деформаций, решался рядом авторов (на основе теоремы Мелана)[4]. Важным результатом этих работ является то обстоятельство, что полученные выводы позволяют решать задачи теории приспособляемости при циклических тепловых нагрузках, оперируя анализом условных термоупругих напряжений.

Если в процессе решения задачи установлено, что данное тело не сможет приспособиться к заданной программе циклического теплового нагружения, то возникает вопрос: через сколько циклов тело разрушится от усталости. Появляется необходимость решить задачу долговечности конструкции. В основе

решения лежит экспериментальная формула Л.Ф. Коффина, связывающая величину пластической деформации с количеством циклов до разрушения:

$$N^m \Delta \varepsilon_p = C, \quad (1)$$

где: N – количество циклов «нагрев-охлаждение» до разрушения;

$\Delta \varepsilon_p$ – пластическая деформация за цикл;

m и C – постоянные для данного материала величины.

Постоянная m для большинства материалов может быть принята 0,5. Что же касается величины C , то её можно определять, помимо экспериментального метода, следующим образом.

- 1) Используя энергетические представления о разрушении металлов при механической усталости.

В этом случае

$$C = 1,4 \sqrt{((L_{пл} \rho) / G)},$$

где $L_{пл}$ – скрытая теплота плавления материала, Дж/кг;

ρ – плотность материала, кг/м³;

G – модуль сдвига, н/м².

- 2) Используя то обстоятельство, что константа C практически равна половине деформации при кратковременном разрыве.

Основным затруднением при решении задач о долговечности конструкции с помощью формулы (1) является сложность определения величины пластической деформации. В настоящее время используются деформационная теория Ильюшина и различные теории течения, из которых наиболее простой и употребительной оказалась теория течения Прандтля-Рейсса. Деформационная теория пластичности является по существу теорией нелинейной упругости и поэтому может быть применена лишь для случая простого (или близкого к простому) нагружения при активной деформации.

Установлено [2], что в поверхностных слоях бочки вала возникают термические напряжения максимальной величины, которые уже на глубине 2% радиуса бочки снижаются до нуля.

В частности, поверхностные термические напряжения, возникающие в результате работы сил трения, являются причиной поверхностного износа. Оценивая прочность основной массы вала, в большинстве случаев ограничиваются учетом осесимметричных температурных напряжений, возникающих в основной массе вала.

Для расчёта температурных напряжений используются различные методики. Согласно методике, приведенной в работах [1,3-5,7], для оценки термических напряжений при неустановившемся режиме можно использовать известные уравнения, полученные для цилиндра или толстостенной трубы при осесимметричном распределении температуры:

$$\sigma_r = \frac{E\alpha}{1-\mu} \left[-\frac{1}{r^2} \int_{r_0}^r t r dr + \frac{r^2 - r_0^2}{r^2 (R^2 - r_0^2)} \int_{r_0}^R t r dr \right]; \quad (2)$$

$$\sigma_t = \frac{E\alpha}{1-\mu} \left[\frac{1}{r^2} \int_{r_0}^r t r dr + \frac{r^2 + r_0^2}{r^2 (R^2 - r_0^2)} \int_{r_0}^R t r dr - t \right]; \quad (3)$$

$$\sigma_z = \frac{E\alpha}{1-\mu} \left(\frac{2}{R^2 - r_0^2} \int_{r_0}^R t r dr - t \right); \quad (4)$$

$$\sigma_r + \sigma_t = \sigma_z, \quad (5)$$

Причём, если $\rho = \frac{r}{R}$ – безразмерная координата, то при $\rho = \frac{R}{R} = 1$ и $\rho = \frac{r_0}{R} = k$

$$\sigma_r = 0, \quad \sigma_t = \sigma_z.$$

В формулах:

$\sigma_r, \sigma_t, \sigma_z$ – соответственно радиальное, окружное и осевое термоупругие напряжения;

α – коэффициент линейного расширения материала вала, который принят не зависящим от температуры;

E, μ – модуль упругости и коэффициент Пуассона материала валка;

r_0 – радиус осевого отверстия;

R – радиус бочки валка;

k – текущий радиус.

Касательные напряжения в плоскостях действия $\sigma_r, \sigma_t, \sigma_z$ равны нулю. Дальнейшее решение задачи сводится к подстановке в формулы (2-4) уравнения распределения температуры по сечению валка вида [7]

$$t = t_2 - \frac{t_2 - t_1}{\ln k} \ln \rho, \quad (6)$$

где t_1 и t_2 – температуры поверхности осевого отверстия и наружной поверхности валка.

Уравнение (6) описывает распределение температуры по радиусу валка при установившемся теплообмене.

После интегрирования получают зависимости для определения напряжений при установившемся теплообмене в произвольной точке поперечного сечения валка, а именно:

$$\sigma_r = \frac{E\alpha(t_2 - t_1)}{2(1 - \mu)\ln k} \left[\ln \rho + \frac{k^2}{1 - k^2} \left(1 - \frac{1}{\rho^2} \right) \ln k \right]; \quad (7)$$

$$\sigma_t = \frac{E\alpha(t_2 - t_1)}{2(1 - \mu)\ln k} \left[1 + \ln \rho + \frac{k^2}{1 - k^2} \left(1 + \frac{1}{\rho^2} \right) \ln k \right]; \quad (8)$$

$$\sigma_z = \frac{E\alpha(t_2 - t_1)}{2(1 - \mu)\ln k} \left[1 + \ln \rho + \frac{k^2}{1 - k^2} \left(1 + \frac{1}{\rho^2} \right) \ln k \right]; \quad (9)$$

Значения напряжений:

у наружной поверхности бочки при $\rho=1$

$$\sigma_{r2} = 0; \sigma_{t2} = \sigma_{z2} = \frac{E\alpha(t_2 - t_1)}{2(1 - \mu)\ln k} \left[1 + \frac{2k^2}{1 - k^2} \ln k \right];$$

у поверхности осевого отверстия при $\rho=k$

$$\sigma_{r1} = 0; \sigma_{t1} = \sigma_{z1} = \frac{E\alpha(t_2 - t_1)}{2(1 - \mu)\ln k} \left[1 + \frac{2 \ln k}{1 - k^2} \right]$$

Полученные выражения показывают, что температурные напряжения в любой точке сечения валка пропорциональны перепаду температур между наружной и внутренней поверхностями, радиальные напряжения σ_r у наружной и внутренней поверхностей равны нулю, а окружное и осевое напряжения σ_t и σ_z у наружной и внутренней поверхностей соответственно равны между собой.

Ниже приведены результаты расчетов для процесса производства толстого листа из стали марки 08Г2МФБ с размерами 22x3575x9000 мм из непрерывно-литого сляба с размерами 312x1850x2520 мм по разным деформационным режимам с 17 и 15 проходами на толстолистовом реверсивном стане горячей прокатки 5000 ОАО «ВМЗ». Диаметр бочки рабочих валков, изготовленных из стали марки AS II 80 XX[6], в исходном состоянии принимался равным 1210 мм.

Режим прокатки с 17 проходами, включающий черновую и чистовую стадии с промежуточным охлаждением, используется на заводе. Прокатка с 15 проходами предложена авторами с целью совершенствования режима обжатий. Проверочные расчеты показали работоспособность предложенного режима.

Температурное поле валков принималось стационарным. Распределение температуры вдоль радиуса рабочих валков определяли по методике, изложенной в работе [8].

На рисунке 1 представлены графики изменения температуры по радиусу рабочего валка для схемы прокатки с 17 проходами. Аналогичный характер кривых имеет место и для схемы прокатки с 15 проходами.

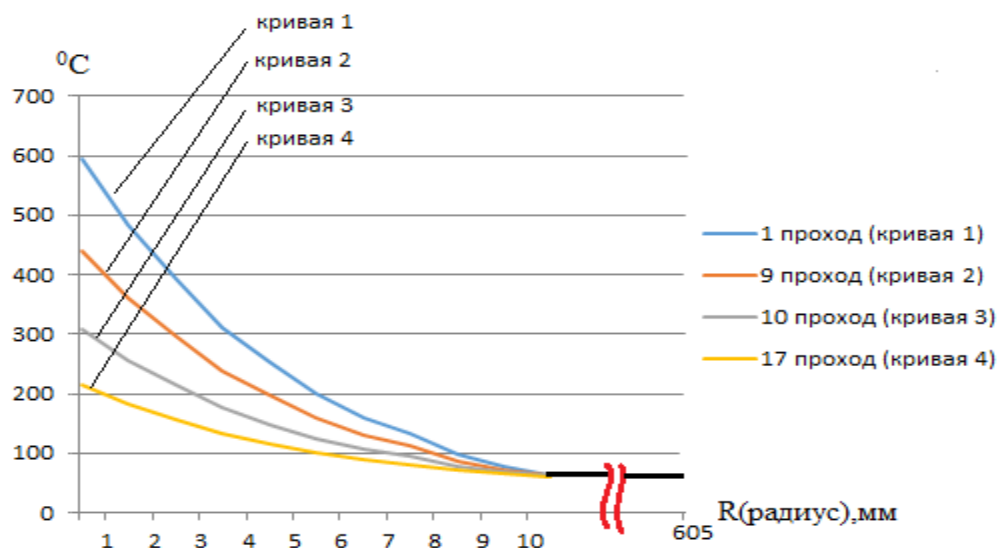


Рисунок 1 – характерные кривые изменения температуры валков вдоль радиуса для режима, состоящего из 17 проходов

Как следует из кривых, температура в валке убывает от значений на поверхности, величина которых в каждом проходе определяется условиями теплообмена между вращающимся валком и раскатом, до среднemasовой температуры валка, равной 60°C , практически на расстоянии 10 мм от поверхности валка.

На рисунке 2 представлены графики температуры поверхности рабочих валков по проходам для обеих схем прокатки. Для второй схемы в 15 проходов имеет место повышение температуры поверхности валка за счет увеличения обжатий в 4-6 проходах черновой стадии. В остальных проходах температура поверхности ниже или не превышает аналогичную температуру по проходам в сравнении со схемой прокатки из 17 проходов.

По уравнениям (7-9) проведены расчеты термоупругих напряжений для обеих схем прокатки при следующих значениях параметров: $\alpha=12 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$, $E=2,16 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $\mu=0,3$, $k=0,1$, $t_1=60^{\circ}\text{C}$.

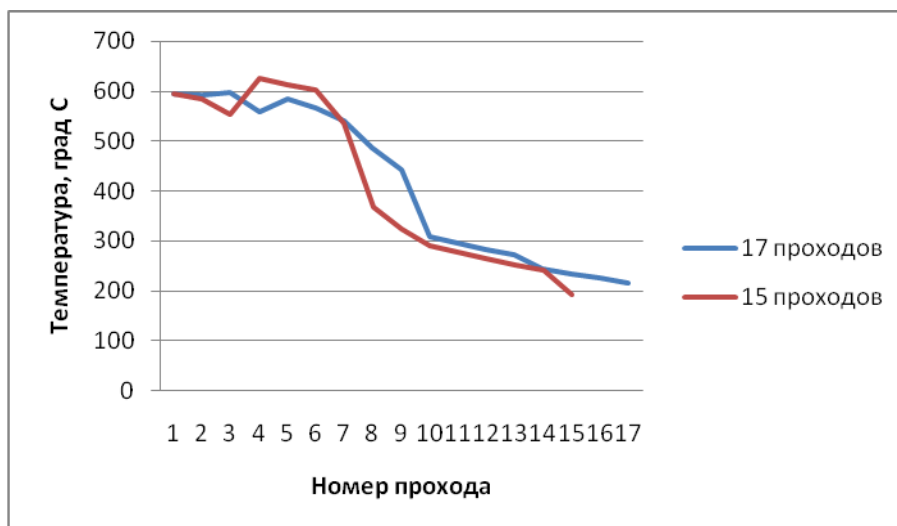


Рисунок 2 – Изменение температуры поверхности рабочих валков по проходам

На рисунке 3 представлены графики эквивалентных температурных напряжений σ_n [7] на глубине 1 мм от поверхности рабочих валков для двух схем прокатки.

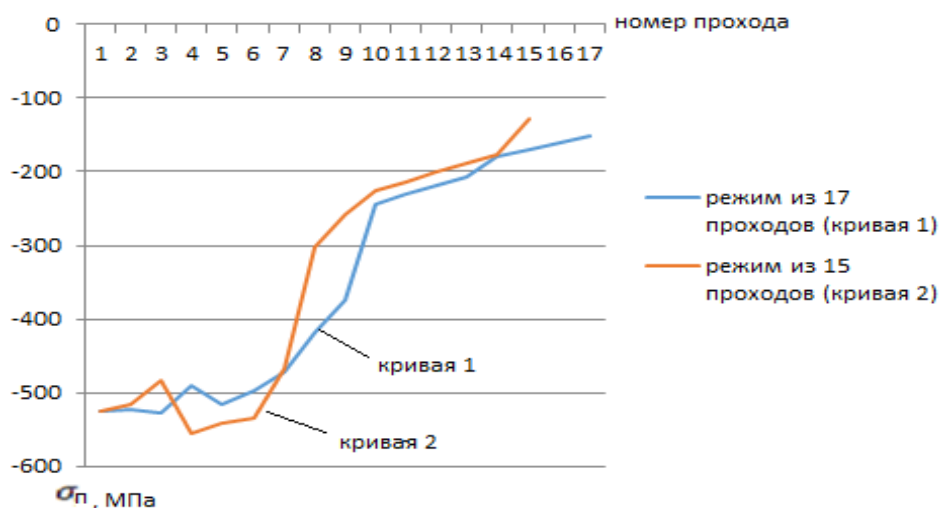


Рисунок 3 – сравнение эквивалентных напряжений по двум технологическим схемам на глубине 1 мм от поверхности бочки

Как видно из рисунка 3, схема прокатки из 15 проходов характеризуется более низким по абсолютной величине уровнем термоупругих напряжений.

Анализ полученных данных позволил установить, что на величину термических напряжений главным образом влияет время контакта раската с валками, которое зависит от длины очага деформации и скорости прокатки, и температура раската. Кроме того, использование более совершенных схем прокатки позволяет снизить уровень термических напряжений и соответственно обеспечить более благоприятные условия для работы валков прокатных станов.

Список литературы

1. Валки листовых станов холодной прокатки/ В.Н.Новиков, В.К. Белосевич, С.М. Гамазков, Г.В.Смирнов; под ред. В.Н.Новикова и В.К. Белосевича. М.: Металлургия, 1970.-336 с.
2. Губкин С.И. Пластическая деформация металлов, т.3.М.:Металлургиздат, 1961.-306 с.
3. Мелан Э., Паркус Г. Термоупругие напряжения, вызываемые стационарными температурными полями. М.: Физматгиз,1958.-166 с.
4. Морозов Е.М., Фридман Я.Б. Термические напряжения и оценка их величин// Прочность и деформация в неравномерных температурных полях. Вып.1. М.: Госатомиздат, 1962, с.30.
5. Паркус Г. Неустановившееся температурные напряжения. Пер. с нем. под ред. Г.С. Шапиро.-М.: Физматгиз,1963.-252 с.
6. Пашинский В.В., Рябцев А.Д., Горбатенко В.В., Пашинская Е.Г. Особенности структуры перспективных материалов для валков горячей прокатки // Сталь, №5-2003.-С. 73-75.
7. Третьяков А.В., Гарбер Э.А., Давлетбаев Г.Г. Расчет и исследование прокатных валков. 2-е изд. М.: Металлургия,1976.-256 с.
8. Тылкин М.А., Яловой Н.И., Полухин П.И. Температурные напряжения в деталях металлургического оборудования/ Учебн. пособие для металлург.вузов. М., «Высш. школа»,1970.-428 с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И НОРМАЛИЗАЦИИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Прудников А.Н., Прудников В.А.

СибГИУ, РФ, г. Новокузнецк

В качестве конструкционных материалов, обладающих повышенной пластичностью и способных работать в области температур от минус 40 до 450 °С наиболее часто используются низкоуглеродистые стали. Кроме того, для этих сталей характерны хорошая свариваемость, нечувствительность к

флокенообразованию, а также отсутствие развития процессов отпускной хрупкости при эксплуатации. Низкоуглеродистые стали высокой пластичности (марки 05, 08, 10 по ГОСТ 1050) применяют в том случае, если при изготовлении из них деталей и узлов машин требуются значительные пластические деформации (холодная штамповка, высадка, гиб и др.). Причем из этих сталей изготавливают такие детали и узлы машин, которые статически умеренно нагружены в процессе их эксплуатации. Обычно считается, что для сталей этой группы применение термической обработки нецелесообразно. Однако для стали 10 в связи с несколько большим содержанием углерода ($0,07 \div 0,14 \%$) возможно использование нормализации, закалки с высоким отпуском и отжига для улучшения ее прочностных и пластических свойств. Резервом улучшения свойств металлических материалов является деформационная термоциклическая обработка (ДТЦО) в комплексе с последующей термической обработкой. Причем в литературе сообщается о положительном влиянии режимов ДТЦО не только на механические характеристики [1-3], но и на весь комплекс свойств, включающий физические, технологические и эксплуатационные для чугунов [3], сталей различного состава [1,2,7-10], алюминиевых сплавов, в частности заэвтектических силуминов [4-6]. Поэтому целью работы являлось исследование влияния режима ДТЦО термоциклической деформации (ковки) при температуре выше A_{C3} и последующей нормализации на механические характеристики листовой стали 10.

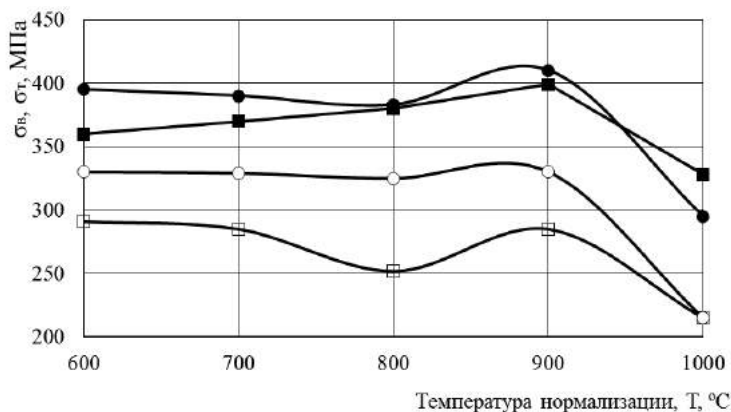
В качестве материала исследования была взята сталь 10, выплавленная в ОАО «НКМК» (г. Новокузнецк). Химический состав стали, определенный на эмиссионном спектрометре ARL 4460, приведен в таблице.

Таблица – Химический состав обрабатываемой стали 10

Марка стали	Содержание элементов, % (вес.)							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Ni
10	0,13	0,22	0,42	0,014	0,018	0,05	0,20	0,04

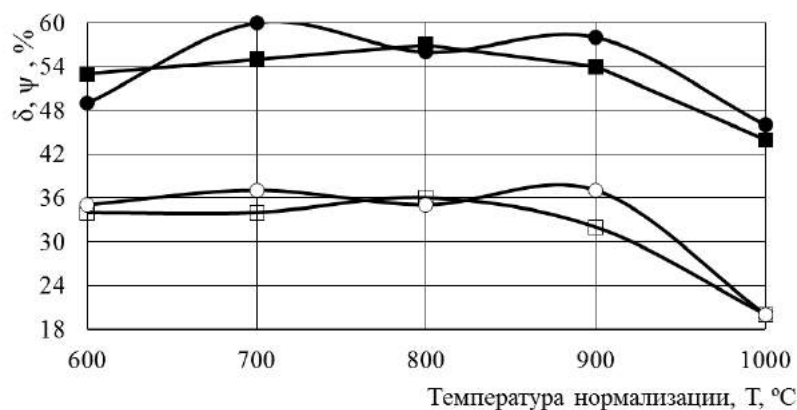
Сляб размером $900 \times 700 \times 500$ мм подвергали циклической ковке по схеме однопроходной протяжки в ОАО ЗСМК (г. Новокузнецк) на гидравлическом ковочном прессе усилием 20 МН. Температура нагрева под деформацию составляла 1250°C , время выдержки сляба в печи перед ковкой 2 часа без учета прогрева. Было проведено 10 циклов деформации. Толщина заготовки после термоциклическойковки составляла $300 \div 310$ мм. В дальнейшем заготовки были прокатаны на лист толщиной 3 мм в ОАО «НМЗ» им. А.Н. Кузьмина (г. Новосибирск) по промышленному режиму. Для исследования микроструктуры стали использовали оптический микроскоп ЛабоМет – И1. Механические испытания проводили на машине Instron 3369 на плоских образцах толщиной 3 мм. Более подробно технологический режим изготовления листа с использованием ДТЦО приведен в работе [7].

Ранее в работе [2] было показано, что предварительная термоциклическойковка, проведенная перед прокаткой листа, сохраняет феррито-перлитную структуру в стали 10. Однако в случае использования предварительной ДТЦО уменьшается степень ориентировки перлитных колоний вдоль направления прокатки, а также их размер и объемная доля. При этом прочностные характеристики листовой горячекатаной стали 10 повышаются почти на 30 % при незначительном снижении пластических свойств. Так временное сопротивление разрыву и предел текучести возрастают от 370 и 305 до 478 и 390 МПа.



Промышленный режим: —■— $\sigma_{\text{в}}$; —□— $\sigma_{\text{т}}$, режим с ДТЦО: —●— $\sigma_{\text{в}}$; —○— $\sigma_{\text{т}}$.

а



Промышленный режим: —■— ψ ; —□— δ , режим с ДТЦО: —●— ψ ; —○— δ .

б

Рисунок – Влияние температуры нормализации (время 10 ч) на механические характеристики листовой горячекатаной стали 10, изготовленной по промышленному режиму и с использованием ДТЦО, σ_b , σ_t (а), δ , ψ (б)

В работе было проведено исследование влияния температуры нормализации в интервале 600-1000 °C (время выдержки 10 ч) на структуру и механические свойства листовой горячекатаной стали 10, изготовленной по промышленному режиму и с использованием ДТЦО. Установлено, что с увеличением температуры нормализации до 900°C в структуре стали происходит измельчение перлитных колоний. Причем более интенсивно этот процесс протекает в стали, подвергнутой предварительной ковке. Повышение температуры нормализации до 1000°C огрубляет структуру стали как в случае использования промышленной технологии, так и в стали, подвергнутой ДТЦО. Результаты влияния температуры нормализации на механические свойства листовой горячекатаной стали 10 приведены на рис. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что нормализация при температуре 900°C обеспечивает наиболее оптимальное сочетание прочностных и пластических характеристик листовой стали 10 промышленного исполнения и изготовленной с ДТЦО. Причем, если листовая сталь 10, изготовленная с применением ДТЦО, превосходит по прочностным характеристикам горячекатаную сталь незначительно, то по относительному удлинению и относительному сужению – в среднем на 15 и 11 % соответственно. При этом нормализация стали, изготовленной с ДТЦО, приводит к снижению характеристик сопротивления деформации на 15 % и к повышению пластических свойств более чем на 50 % по сравнению с ее горячекатаным состоянием.

Таким образом, использование ДТЦО для производства горячекатаного листа из стали 10 позволяет получить более мелкозернистую структуру и повысить прочностные характеристики почти на 30 %. Повышение пластичности листовой стали 10, используемой для глубокой вытяжки, можно достичь за счет нормализации при 900°C, которая повышает ее относительное удлинение и относительное сужение более чем на 50 % при снижении характеристик сопротивления деформации менее чем на 15 %.

Список литературы

1. Prudnikov A.N. Hardening low carbon steel 10 by using of thermalcyclic deformation and subseaut heat treatment// A.N. Prudnikov, V.A. Prudnikov // Materials science. Nonequilibrium pahse transformations. – 2016. – №4. – pp. 10-13.
2. Prudnikov A.N. Influence of Thermal-Cyclic Deformation and Hardening Heat Treatment on the Structure and Properties of Steel 10 // A.N. Prudnikov, V.A. Prudnikov // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – Vol. 788. – pp. 187-193.
3. Патент 2130084 РФ. Способ термоциклической обработки чугуна / В.В. Афанасьев, М.В. Чибряков, А.Н. Прудников и др. – Заявл. 07.07.1998. Оpubл. 10.05.1999. – Б.И. № 13. – С. 455.
4. Прудников А.Н. Комплексное воздействие отжига и термоциклическойковки на структуру и свойства заэвтектических силуминов // Деформация и разрушение материалов.– 2014.– № 2.– С.14 - 20.
5. Прудников А.Н. Структурно-технологические основы разработки прецизионных силуминов с регламентированным содержанием водорода / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.16.09 / НГТУ, Новосибирск, 2013. – 40 с.

6. Прудников А.Н. Поршневые деформируемые заэвтектические силумины // Технология металлов. – 2014. – № 2. – С. 8 - 11.
7. Прудников А.Н. Оценка структуры, свойств и загрязненности неметаллическими включениями деформационно-термоциклически обработанной стали 10 / А.Н. Прудников, В.А. Прудников, Е.В. Богонос / Сб. материалов XIX Межд. научн.-практ. конф. «Металлургия: технология, инновации, качество». – Новокузнецк, изд-во СибГИУ, 2015. – С. 35 - 39.
8. Прудников А.Н. Оценка воздействия термоциклической деформации и последующей термической обработки на электрофизические свойства низкоуглеродистой стали / А.Н. Прудников, В.А. Прудников и др. // Актуальные проблемы в машиностроении: – 2015. – №2. – С.396-400.
9. Прудников А.Н. Влияние термоциклическойковки и последующего отжига на коэрцитивную силу и линейное расширение стали 10 / А.Н. Прудников, В.А. Прудников // Актуальные проблемы в машиностроении: – 2016. – №3. – С. 451-456
10. Татаурова Э.В. Влияние термоциклической обработки на структуру и свойства углеродистых сталей // Металлы. – 2002. – № 1. – С.82-87.

СЕКЦИЯ №8.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АВТОБУСНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА

Давыдов К.А., Панова Е.С.

(Давыдов К.А., обучающийся в магистратуре ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск
Панова Е.С., инженер бюро транспортного обеспечения ООО «Автотранспортное управление»,
г. Магнитогорск)

Надежность является одним из главных критериев автомобильных перевозок, поскольку заказчику требуются гарантии качественного выполнения услуг. Чем выше надежность работы исполнителя транспортных услуг, тем в конечном итоге более эффективен процесс доставки с точки зрения заказчика [1, 2, 7]. Обеспечения высокой надежности перевозки пассажиров достигается автомобильным перевозчиком за счет идентификации и использования, имеющихся в транспортном процессе структурных резервов. Структурным резервом транспортного процесса являются дополнительные незадействованные в транспортном процессе элементы, которые используются в случае отказа основных структурных элементов или каналов доставки.

Существует несколько способов [5, 8] структурного резервирования транспортного процесса. Данные способы проиллюстрированы на рисунке 1.

Резервированием с целой кратностью называется такое резервирование, при котором для безотказного функционирования процесса доставки необходимо наличие не менее одного канала доставки.

Резервированием с дробной целой кратностью или так называемая мажоритарная схема называется такое резервирование, при котором для безотказной работы транспортного процесса необходимо не менее двух каналов доставки, а число резервных каналов не меньше одного.

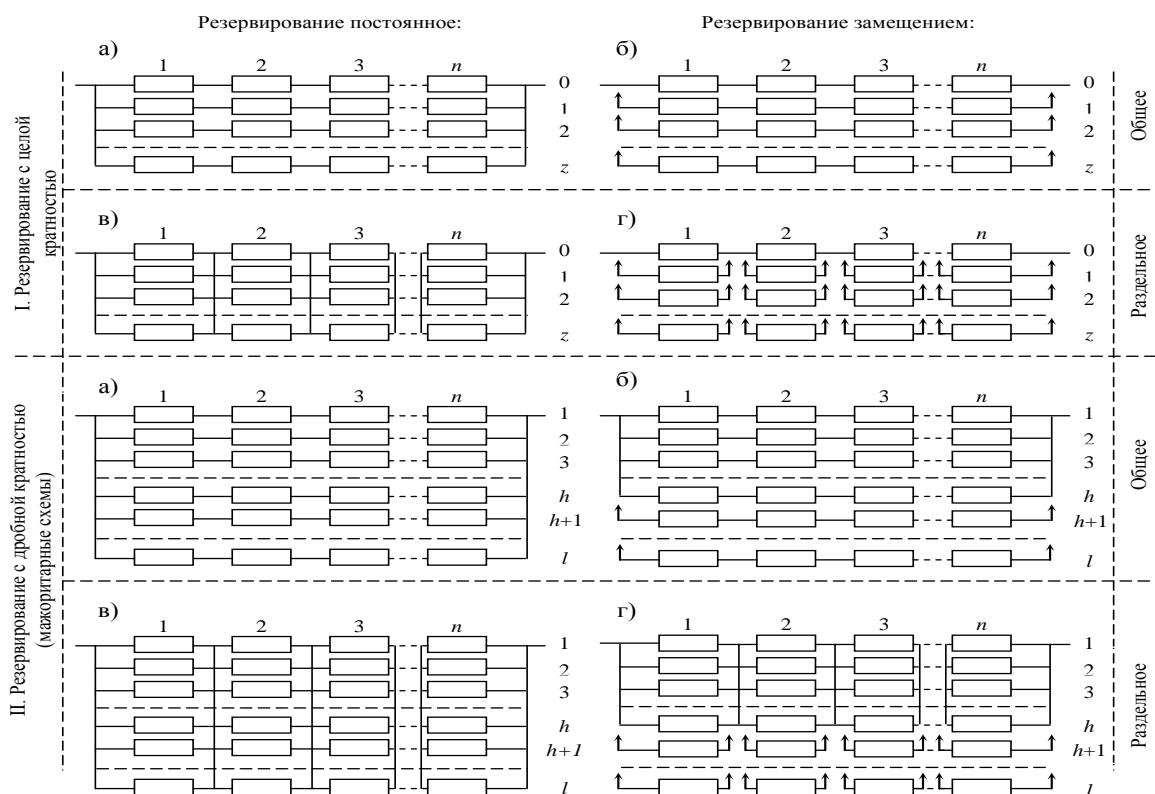


Рисунок 1 - Схемное обозначение сочетаний способов структурного резервирования

По способу включения резервных каналов доставки резервирование, как общее, так и раздельное может быть с постоянно включенным резервом и с замещением. При постоянно включенном резерве основной и все резервные каналы функционируют одновременно, начиная с момента начала выполнения первой технологической операции процесса перевозки [6]. При включении в работу резерва по способу замещения, резервные каналы доставки начинают работать только после отказа основных каналов

Особый интерес [3], с точки зрения повышения надежности процесса транспортирования, является использование «горячего», «теплого» и «холодного» резерва. В теории надежности постоянно включенный резерв имеет название «горячего» резерва, а ненагруженное состояние резерва характерно резервированию замещением. В случае, когда резервный канал доставки готов практически мгновенно заменить отказавший основной канал, следует считать, что такой резерв находится в «теплом» состоянии [4]. В случае, когда требуется некоторое время на подготовку резервного канала к работе, такой резерв находится в «холодном» состоянии.

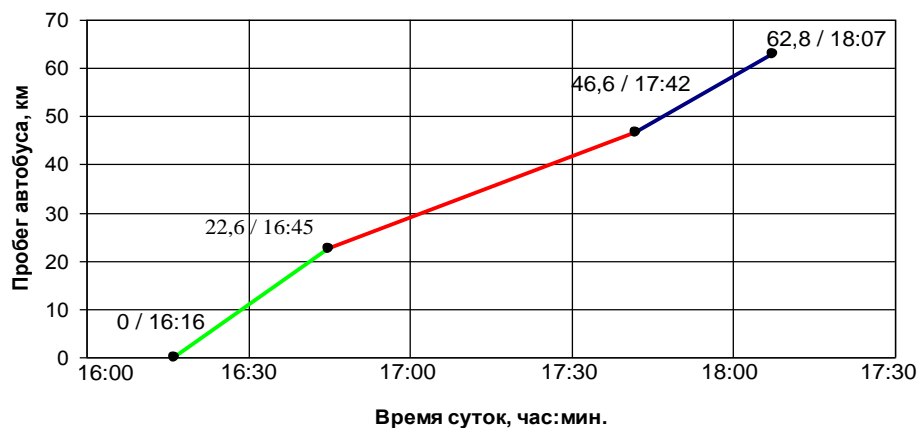
Целесообразность использование схем структурного резервирования для повышения надежности перевозки пассажиров проиллюстрирована на примере перевозок трудящихся крупного металлургического предприятия Челябинской области его автотранспортным цехом (АТЦ).

В распоряжении АТЦ имеется исправный парк автобусов средней и большой вместимости, находящихся на линии и в резерве. В распоряжении диспетчера цеха предусмотрен резерв водителей. При возникновении внештатной ситуации, связанной с поломкой автобуса на маршруте, резервный автобус в кратчайшее время будет направлен на его замену. Схематично такое резервирование представлено на маршруте перевозки локомотивных бригад на одну из станций промышленного железнодорожного транспорта рассматриваемого металлургического предприятия. С точки зрения обеспечения надежности перевозок резервный автобус работает в режиме «теплого» резерва [9].

Практическое использование мажоритарной схемы резервирования «два канала доставки из трех» проиллюстрировано на примере перевозки персонала цеха подготовки аглошты (ЦПАШ) металлургического предприятия в вечернее время суток. Схема резервирования с дробной кратностью действует на двух специальных автобусных маршрутах «ЦПАШ-1» и «ЦПАШ-3», различающихся графиком и маршрутом движения автобусов. На этих маршрутах задействовано два автобуса ЛиАЗ-5256 (по одному на каждый маршрут). Доставка осуществляется как на первом, так и на втором маршруте в один рейс.

Вечерний рейс маршрута «ЦПАШ-1» предназначен для вывоза работников ЦПАШ, работающих по 5-ти сменному графику после рабочей смены к месту жительства. После развоза пассажиров автобус возвращается в гараж. Вечерний рейс маршрута «ЦПАШ-3» предназначен для завоза автобусом № 2 работников ЦПАШ, работающих по железнодорожному графику в ночную смену, на предприятие, и перевозке рабочих дневной смены с предприятия до места жительства. Большая часть протяженности маршрутов совпадает. Графики движения автобусов на маршрутах представлены на рисунке 2.

а)



б)

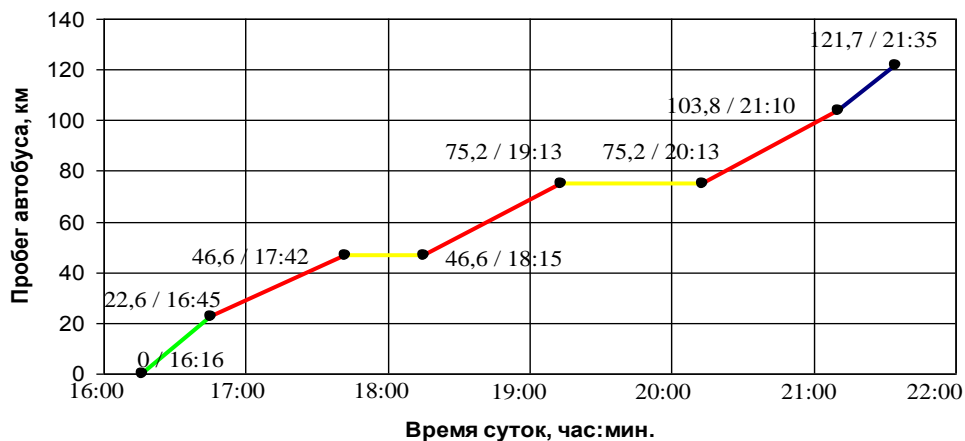


— 1-й нулевой пробег; — 2-й нулевой пробег; — Движение с пассажирами;
 — Простой в ожидании пассажиров; Числитель – пробег автобуса, знаменатель – время следования автобуса по маршруту.

Рисунок 2 – Графики движения автобусов по маршрутам «ЦПАШ-1» (а) и «ЦПАШ-3» (б) в вечернее время

Из графиков видно, что на маршрутах нет наложения по времени следования, отсутствуют большие простои автобусов в ожидании пассажиров. Конечная остановка маршрута «ЦПАШ-1» является начальной остановкой на маршруте «ЦПАШ-3». Это является основанием для использования мажоритарной схемы постоянного раздельного резервирования с целью повышения надежности доставки.

Суть резервирования очень проста и заключается в следующем. В штатном режиме обслуживание двух маршрутов осуществляется двумя автобусами. В случае поломки автобуса № 2 или задержки его при движении к начальному пункту, автобус № 1 не возвращается в гараж вторым нулевым пробегом, а начинает работу на маршруте «ЦПАШ-3». Как следствие, первый автобус постоянно работает в режиме нагруженного или «горячего» резерва. Если наступает поломка автобуса № 2, обслуживание двух маршрутов производится одним автобусом (рисунок 3).



Расшифровка обозначений приведена на рисунке 2

Рисунок 3 – График движения автобуса, работающего в режиме «горячего» резерва

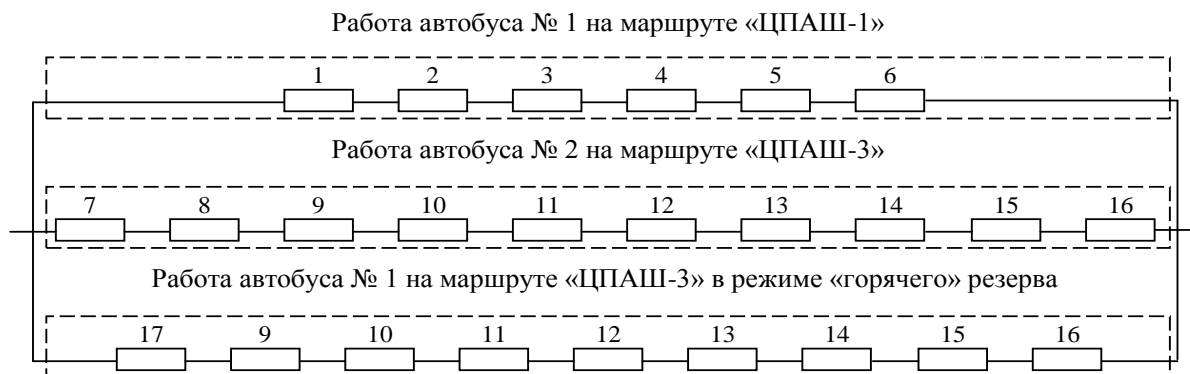
Блок-схема надежности работы автобусов без использования резервного канала доставки представлена на рисунке 4.а. Технологические операции процесса доставки пронумерованы. С целью повышения надежности применяется мажоритарная схема резервирования, в рамках которой работу технически неисправного автобуса № 2, дублирует автобус № 1.

При этом ряд технологических операций процесса доставки, например, оформление путевого листа на маршрут «ЦПАШ-3» или возвращение автобуса № 1 в гараж с маршрута «ЦПАШ-3» выполнять нет необходимости. Однако в этом случае появляется необходимость в ожидании пассажиров на конечной остановке. Поскольку все выполняемые операции на маршруте «ЦПАШ-3» дублируются автобусом № 1, в этом случае имеет место поэлементное резервирование с постоянно включенным резервом. Блок-схема надежности транспортной системы при использовании мажоритарной схемы резервирования приведена на рисунке 4.б.

а) Без резервного канала доставки



б) С использованием мажоритарной схемы резервирования



1 – Оформление путевого листа; 2 – Первый нулевой пробег; 3 – П посадка пассажиров на начальной остановке; 4 – Движение по маршруту; 5 – Высадка оставшихся пассажиров на конечной остановке; 6 – Второй нулевой пробег; 7 – Оформление путевого листа; 8 – Первый нулевой пробег; 9 – П посадка пассажиров на начальной остановке; 10 – Движение по маршруту; 11 – Высадка пассажиров на конечной остановке; 12 – Ожидание пассажиров; 13 – П посадка пассажиров на остановке; 14 – Движение по маршруту; 15 – Высадка оставшихся пассажиров на конечной остановке; 16 – Второй нулевой пробег; 17 – Ожидание пассажиров.

Рисунок 4 – Блок-схемы надежности доставки персонала на рассматриваемых маршрутах автобусами АТЦ

Представленные способы повышения надежности перевозки персонала не являются исчерпывающими. Следует заметить, что АТЦ использует представленные в работе способы структурного резервирования транспортного процесса на каждом маршруте перевозки персонала подразделений металлургического предприятия.

Выводы:

1. Обеспечение высокой надежности автобусных перевозок пассажиров достигается за счет структурного резервирования, суть которого заключается в идентификации дополнительных незадействованных в транспортном процессе элементов (резервов) и их использования в случае отказа основных структурных элементов или каналов доставки.
2. Структурное резервирование с аспекта повышения надежности транспортного процесса классифицируется следующим образом:
 - в зависимости числа каналов доставки - резервирование целой кратностью при котором необходимо наличие не менее одного канала доставки и резервирование с дробной кратностью, когда требуется не менее двух каналов доставки, а число резервных каналов не меньше одного;
 - по способу включения резервных каналов доставки - общее и раздельное резервирование с постоянно включенным резервом («горячий» резерв) и с замещением («теплый» или «холодный» резерв).
3. Целесообразность использования схем структурного резервирования для повышения надежности автобусных перевозок рассмотрена на примерах перевозки трудящихся крупного металлургического предприятия Челябинской области. В данных примерах показано применение способов повышения надежности автобусных перевозок за счет имеющихся в транспортном процессе резервов производительности автобусного парка.

4. В первом примере надежность транспортного процесса обеспечивается использованием принципа «теплого» резервирования. Работа автобуса в режиме «теплого» резерва наблюдается в случае поломки основного автобуса на маршруте. Перевозчику для этого необходимо предусмотреть полностью экипированный резервный автобус, готовый в кратчайшее время заменить неисправный автобус на линии. При этом потери времени будут минимальные и перевозка осуществится в установленные сроки.
5. Во втором примере надежность транспортного процесса обеспечивается использованием мажоритарной схемы резервирования по принципу «два канала доставки из трех». Это позволяет в случае неисправности одного автобуса организовать перевозку пассажиров по двум маршрутам вторым резервным автобусом без ущерба качеству транспортного обслуживания пассажиров.

Список литературы

1. Адувалин А.А., Грязнов М.В., Давыдов К.А., Курганов В.М. Нормирование и повышение эффективности эксплуатации автобусов: (на примере транспорта общего пользования г. Магнитогорска) - Монография /А.А. Адувалин [и др.]; под. ред. В.М. Курганова. Магнитогорск, 2015. – 152 с.
2. Грязнов М.В. Обеспечение надежности функционирования транспортных систем доставки автомобильным транспортом (на примере уральского региона) / диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Москва: МАДИ, 2014.-288 с.
3. Грязнов М.В. Подходы к надежности транспортных систем //Мир транспорта. – 2010. - № 2. С. – 14-19.
4. Грязнов М.В., Адувалин А.А., Давыдов К.А. Анализ недостатков современных нормативов технической эксплуатации автомобилей /Технические науки: интеграция науки и практики: Сборник материалов международной научной конференции под редакцией В.Я. Ушакова. Киров, 2014. С. 58-62.
5. Грязнов М.В., Давыдов К.А. Использование методов резервирования технических систем для повышения надежности автомобильных перевозок /Актуальные вопросы науки. 2014. № 12. С. 40-42.
6. Грязнов М.В., Давыдов К.А., Беляев А.В. Суть и функции аудита на автомобильном транспорте /Теоретические и практические аспекты развития современной науки Материалы XIV международной научно-практической конференции. Научно-информационный издательский центр «Институт стратегических исследований». 2014. С. 21-27.
7. Давыдов К.А., Адувалин А.А. Regulation of technical operation of cars in the current economic conditions / International Conference «SCIENCE AND PRACTICE: A NEW LEVEL OF INTEGRATION IN THE MODERN WORLD». By research and Publishing Center «Colloquium». Published by B&M Publishing. San Francisco, California.2016. С. 172 -177.
8. Курганов В.М. Управление эффективностью и надежностью функционирования систем доставок //Грузовое и пассажирское автомобильное хозяйство. – 2009. - № 6. – С. 8-13.
9. Курганов В.М., Грязнов М.В. Параметры надежности транспортных систем. Бюллетень транспортной информации, № 11 (185), ноябрь 2010. С. 34-36.

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НАЛИВА И СЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ НА СТАНЦИИ СУХОВСКАЯ

Козлова Н. С.

ИрГУПС, РФ, г. Иркутск

Анализируются показатели перевозок нефти и нефтепродуктов на сети РЖД и Восточно-Сибирской железной дороги и станции Суховская, даётся понятие опасного груза, а также технология его погрузки и выгрузки в цистерну, рассматривается проблема потерь нефти и нефтепродуктов при погрузочно-разгрузочных работах, предлагается новая технология слива и налива нефтяных грузов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нефть и нефтепродукты, подвижной состав, железнодорожные цистерны, слив, налив, устройства для погрузки и выгрузки нефтепродуктов.

APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES OF OIL LOADING AND UNLOADING AT THE SUKHOVSKAYA STATION

Kozlova N. S.
Vlasova N. V.

The indexes of transporting of oil and oil products at the “Russian Railways” network, at the East-Siberian railway and at the Sukhovskaya station are analyzed. The concept of dangerous cargo and the technology of its loading and unloading in a tank car are given. The problem of the loss of oil and oil products at the loading and unloading works is considered. The new technology of loading and unloading of oil cargos is offered.

KEYWORDS: oil and oil products, rolling-stock, tank cars, loading, unloading, devices for loading and unloading of oil products.

В настоящее время добыча нефти и нефтепродуктов является неотъемлемой частью современного мира, основополагающей частью экономик многих государств. Количество отраслей промышленности, которые находятся в прямой зависимости от этого природного ресурса, продолжает возрастать. В этой связи отрасль нефтедобычи, безусловно, нуждается в наиболее экономичном способе транспортировки нефти к местам её переработки. Для этого в конце XIX века на территории России стал использоваться железнодорожный транспорт.

Всего с начала 2016 года погрузка нефти и нефтепродуктов на сети РЖД сократилась на 7,8% относительно уровня 2015 года и оставила 136,5 млн. т., а на Восточно-Сибирской железной дороге отмечено снижение погрузки нефтяных грузов на 13,7%.

В узле ВСЖД, которая связывает Россию, Монголию и Китай, нефтеналивная станция Суховская играет очень важную роль. На восточном направлении идет постоянное увеличение транспортировки нефти, однако, начиная с 2015 года, показатели погрузки и выгрузки вагонов на станции Суховская существенно снизились, включая погрузку и выгрузку нефтяных грузов (диаграмма 1, 2).



Диаграмма 1. Показатели погрузки на ст. Суховская

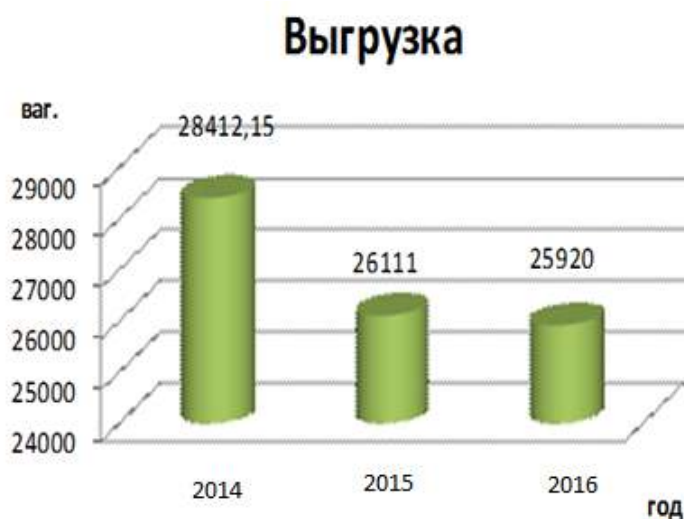


Диаграмма 2. Показатели выгрузки на ст. Суховская

Прогнозируется, что перевозки данного вида груза по железной дороге будут снижаться из-за неблагоприятной конъюнктуры мировых рынков и обострившейся конкуренции со стороны трубопроводного транспорта. В этой связи существенно увеличивается простой вагона под погрузочно-разгрузочными работами (диаграмма 3) и, как следствие, снижается эффективность и качество железнодорожных перевозок, возрастают затраты на транспортировку груза.



Диаграмма 3. Простой местного вагона под грузовыми операциями

Прежде чем приступить к описанию технологии погрузки-выгрузки нефтеналивных грузов на станции Суховская, следует определить, к какой категории грузов относится нефть и нефтепродукты. Опасные грузы – это вещества, материалы, отходы производства и иной деятельности, которые в силу присущих им свойств и особенностей в процессе транспортировки, при производстве погрузочно-разгрузочных работ и хранении при влиянии определённых факторов могут нанести вред окружающей среде (послужить причиной серьёзного повреждения транспортных средств, устройств и сооружений), а также привести к гибели или травмированию людей и животных.

Нефть и нефтепродукты принадлежат к категории наливных опасных грузов, поэтому их перевозка осуществляется согласно «Правилам перевозок опасных грузов по железным дорогам Российской Федерации». При перевозке опасных грузов в специализированном подвижном составе (вагоны-цистерны, контейнеры-цистерны) очень важно обеспечить максимальную безопасность движения всеми участниками перевозочного процесса.

Погрузка и разгрузка опасных грузов – процесс очень тонкий во всех отношениях. Для проведения погрузочных и разгрузочных работ с нефтеналивными грузами в настоящее время применяются сливно-наливные эстакады. Загрузка (налив) продукта осуществляется сверху с использованием специальных

наливных отверстий, а выгрузка (слив) – снизу с помощью сливных отверстий. Чтобы разместить такие механизмы, используется прямой отрезок тупикового пути. Работы по обслуживанию цистерн производятся при помощи специальных откидных мостиков, оборудованных противовесами, которые имеются в каждом из пролетов эстакады. Благодаря изобретению комбинированной эстакады стало возможным осуществление налива (или слива) до 4-х сортов продуктов переработки нефти на одной эстакаде без опустошения стояков и коллекторов.

Перед тем, как начать налив, отправитель нефтепродуктов должен убедиться в герметичности котлов, исправности арматуры и сливных приборов. В случае обнаружения неисправности вагона грузоотправитель имеет полное право заменить такие вагоны на новые, находящиеся в исправном состоянии.

При наливе и сливе нефтепродуктов в цистерны имеют место утечки опасного груза, что неблагоприятно влияет на работу персонала и производительность. Причина этого заключается в устаревшем погрузочно-выгрузочном оборудовании. Процесс перелива нефтехимических жидкостей представляет собой пожароопасную, токсичную для человека, крайне трудоёмкую операцию. Именно поэтому решительно необходимо использовать только современные высококачественные устройства слива и налива.

На станции Суховская прием наливных грузов к транспортировке выполняется в соответствии с месячным планом, утвержденным ТЦФТО. Подача цистерн под налив выполняется целыми маршрутами или группами маневровым порядком. Подачей и уборкой вагонов управляет составитель поездов АППЖТ.

О подаче цистерн на путь необщего пользования маневровый диспетчер извещает приемосдатчика груза и диспетчера станции Нефтяная, указывает количество цистерн и рода нефтепродукта, подлежащего наливу. Получив извещение о подаче цистерн, диспетчер подготавливает сотрудников, фронт налива, необходимые погрузочно-разгрузочные механизмы.

Цистерны, подающиеся под налив, встречает приемосдатчик груза и сотрудник пути необщего пользования. Приёмосдатчик проводит необходимые проверки груза, а рабочие, обслуживающие пункт налива, заправляют наливные рукава и по согласованию с оператором наливной эстакады начинают налив.

После окончания налива грузоотправитель и приёмосдатчик подготавливают нефтяной груз к отправлению и сообщают маневровому диспетчеру время окончания налива.

На станции Суховская время налива на каждой эстакаде составляет в среднем 2 часа, а время оборота вагона – 6,5 часов. Таким образом, если усовершенствовать технологию погрузочно-разгрузочных работ с нефтеналивными грузами, то данные показатели могут быть значительно сокращены.

Чтобы уменьшить простой вагона под грузовыми операциями и в то же время увеличить его статическую нагрузку, устройства для загрузки цистерн могут проектироваться с расширенным диапазоном обслуживания. Также возможно снабжение датчиками, теплообогревом, насосом для перекачки, многоуровневыми клапанами на разных отсеках и другими функциональными деталями. Данные устройства имеют и верхний, и нижний способ налива. Наливные установки, предлагаемые компанией «Tauber», соответствуют заявленным требованиям и обладают всеми характеристиками долговечного оборудования и безопасного применения.

Устройства для разгрузки железнодорожных цистерн, как уже говорилось ранее, предполагают наличие верхнего, нижнего, либо совмещённого слива нефти и других токсичных и агрессивных веществ. Перелив осуществляется простым способом, либо автоматическим регулированием. Для этого обязательно должны быть предусмотрены датчики контроля и автоматической остановки устройства при достижении заданного уровня. Таким образом, внедрив современное оборудование, можно избежать значительных потерь опасного груза и уменьшить время его обработки и, как следствие, повысить конкурентоспособность железнодорожных перевозок.

Для освоения растущих объемов перевозок продукции Ангарской нефтехимической компании на Восточно-Сибирской железной дороге, а также для ускорения перевозочного процесса данную технологию можно попробовать применить на станции Суховская. Безусловно, для внедрения новой технологии погрузки-выгрузки нефти и обновления сливно-наливных механизмов станции потребуются существенные денежные затраты, но их будет возможно возместить через несколько лет после введения в эксплуатацию.

Список литературы

1. Васина Т. А. Перевозка опасного груза в цистернах (из опыта работы Свердловской железной дороги) / Т. А. Васина // Информационный листок о передовом производственном опыте. – 1998. – № 1243(М-31).
2. Дерягина Л. Опасные грузы и законодательство / Л. Дерягина // РСП Эксперт. – 2015. – № 9.
3. Коробейникова Л. Обзор железнодорожного рынка РФ в июле-августе 2016 года: рост погрузки продолжается уже 6 месяцев подряд / Л. Коробейникова // РСП. Эксперт. – 2016. – № 8.
4. Редькин В. Погрузка опасных грузов: ответы на актуальные вопросы / В. Редькин // РСП Эксперт. – 2016. – № 1.
5. Хатунцев А. За безопасность отвечает каждый / А. Хатунцев // РСП Эксперт. – 2016. – №8.
6. Эдер Л. В., Филимонова И. В., Немов В. Ю., Проворный И. А. Добыча, переработка и экспорт нефти и нефтепродуктов в России / Л. В. Эдер, И. В. Филимонова, В. Ю. Немов, И. А. Проворный // Вестник Тюменского государственного университета. – 2014. – № 4.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ В КОНСТРУКЦИИ КОЛЁСНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УСТРОЙСТВ, КОРРЕКТИРУЮЩИХ ВЕРТИКАЛЬНУЮ НАГРУЗКУ

Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С., Шарипова Т.В., Кузнецова О.А.

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет,
г. Благовещенск, Амурской области

Конструкция колёсного энергетического средства обусловлена параметрами выданного заказчиком технического задания, известными конструкторскими и технологическими решениями, нормативными и регулирующими документами в сфере транспортной безопасности, действующими на момент проектирования, а также особенностями эксплуатационных операций, планируемым к выполнению.

При чём предприятия-разработчики при выполнении технического задания обычно не учитывают необходимость всесезонности эксплуатационной надёжности и причины изменения тяговых характеристик энергетического средства в различных климатических зонах и дорожных условиях его эксплуатации, минимизируя затраты на проведение детальных исследований при опытной эксплуатации в целях снижения себестоимости конечной продукции.

Таким образом, колёсное энергетическое средство, имеющее высокие тягово-сцепные характеристики в зонах с умеренно-холодными климатом и развитой дорожной сетью с улучшенными покрытиями, не обладает сходными характеристиками в других климатических зонах с отличными от проектируемых категориями эксплуатации.

Сельское хозяйство, как никакая другая отрасль экономики Российской Федерации, нуждается в энергетических средствах с высокими тяговыми и эксплуатационными характеристиками для использования их при разнообразном агрегатировании. Ведь от производительности и эффективности используемых в производстве сельхозпродукции машин и оборудования во многом зависит себестоимость единицы продукции, а следовательно, и формирование стоимости валового внутреннего продукта государства.

Мощностные и тяговые характеристики, являющиеся составляющей повышения производительности и эффективности эксплуатации колёсного энергетического средства складываются из определённого количества величин, основными из которых является P_k - касательная сила тяги, развиваемая энергетическим средством, H , $G_{сц}$ – сцепной вес сцепной вес энергетического средства, приходящийся на движители, H и φ – коэффициент использования сцепного веса.

В общем случае касательная сила тяги определяется по выражению [1]:

$$P_k = \varphi * G_{сц}, \quad (1)$$

Следовательно, изменяя сцепной вес, как видно из выражения (1), можно изменить касательную силу тяги, увеличивая её или снижая её показатели. Изменить сцепной вес, приходящийся на колёсные движители возможно применением в конструкции энергетического средства быстросъёмных устройств,

корректирующих сцепной вес между осями или движителями, не влияющих на общую конструкцию и не снижающих уровень его безопасности при эксплуатации, но позволяющих при необходимости быстро адаптировать энергетическое средство под выполнение конкретных задач в любых климатических и дорожных условиях с наименьшими финансовыми затратами.

В Амурской области, на предприятиях сельскохозяйственной направленности в течении 2011-2016 годов проводились экспериментальные исследования по внедрению вышеуказанных устройств в ходовую систему используемых машинно-тракторных агрегатов (МТА), тракторно-транспортных агрегатов (ТТА) и автомобильных поездов, которые подтвердили практическую необходимость применения устройств для корректирования вертикальной нагрузки на движители и важность адаптации серийной техники к непосредственным условиям эксплуатации (рис.1).

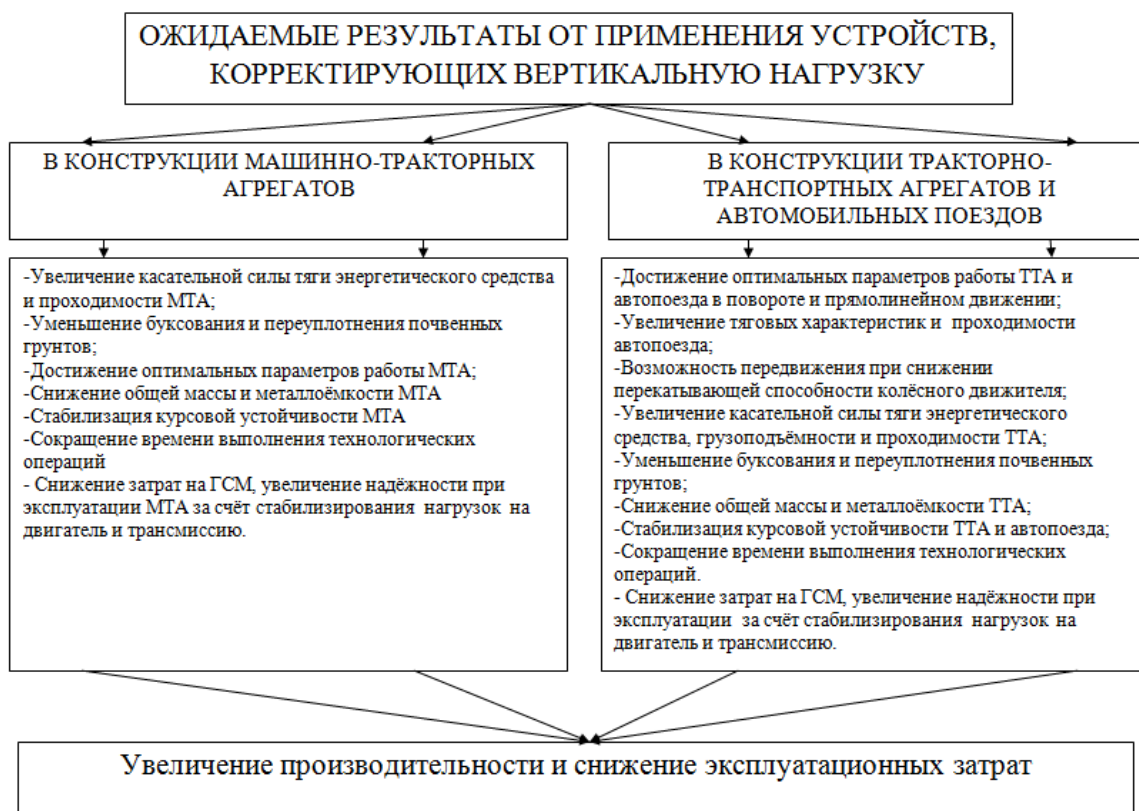


Рисунок 1-Схема эффективности применения устройств, корректирующих вертикальную нагрузку

Предложенная выше схема позволяет теоретически обосновать результативность применения устройств, корректирующих вертикальную нагрузку на движители, в машинах и оборудовании, используемом в сельском хозяйстве Российской Федерации.

Список литературы

1. Скотников, В.А. Тракторы и автомобили /под ред. В.А.Скотникова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 440 с.
2. Кузнецов, Е.Е. Использование многоосных энергетических средств класса 1,4: монография/Е.Е.Кузнецов [и др.]/// ДальГАУ- Благовещенск, 2013. -153 с.
3. Кривуца, З.Ф. Повышение эффективности транспортно-технологического обеспечения АПК Амурской области: дис. д-ра техн.наук:05.20.01.Благовещенск, 2015.-362 с.
4. Щитов, С.В. Пути повышения агротехнической проходимости колёсных тракторов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур Дальнего Востока: дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2009.- 325 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ В ТОРМОЗНЫХ ДИСКАХ ВЫСОКОНАГРУЖЕННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

Кулик В.И., Нилов А.С.

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, РФ, г. Санкт-Петербург

К элементам тормозных систем предъявляется достаточно большой перечень требований, которые в совокупности должны обеспечивать безопасность при торможении, выполнять постоянно возрастающие нормативные требования к величине тормозного пути, времени торможения и допускаемому замедлению. Кроме того, должны обеспечиваться долговременность срока эксплуатации, экономичность и технологичность процесса изготовления и ремонта, независимость трибологических характеристик от температурных и погодных условий, стабильность при длительных сроках эксплуатации тормозных систем, малощумность процесса торможения и т.д.

Все возрастающие требования по энергонагруженности тормозных устройств постоянно стимулируют исследования по созданию новых типов фрикционных материалов с более высокими эксплуатационными характеристиками. Следует отметить, что если энергия торможения 2000 кг автомобиля со скорости 128 км/час с ускорением - $0,8 \text{ м/с}^2$ составляет порядка 20 кВт [3], то для современных скоростных поездов она превышает 800 кВт [1]. Это приводит к тому, что температура в зоне трения фрикционной пары может превышать 1273-1473 К, и различные конструктивные решения направленные на рассеивание тепловой энергии, например, вентиляция тормозных дисков, принципиально не решают эту проблему.

Наиболее перспективным для высоконагруженной транспортной техники представляется применение тормозных дисков из керамоматричных композиционных материалов (КМК). Современные керамические тормозные диски, как правило, изготавливаются из КМК на основе углеродных волокон и карбидокремниевой матрицы. К настоящему времени наибольшие практические успехи в применении таких тормозных дисков были достигнуты в автомобилестроении. Обладая высокими и стабильными триботехническими характеристиками, высокой тепло- и износостойкостью, они весят примерно на 50-75% меньше стальных [6], а срок эксплуатации оценивается не менее 300000 км пробега автомобиля [8], кроме того, экономия топлива для автомобилей при их установке оценивается до 20% [6].

Конструктивно тормозные диски из КМК могут быть монолитными или с внутренними вентиляционными каналами. Второй вариант предпочтительней, так как при наличии внутренних вентиляционных каналов обеспечивается ускоренное охлаждение тормозного диска после торможения, чтобы не допустить его перегрева из-за чего может происходить окисление армирующих углеродных волокон, и, соответственно, снижение его прочности.

Внутренние вентиляционные каналы могут быть получены механической обработкой (рис. 1 а), реакционным склеиванием двух предварительно отформованных и карбонизованных частей тормозного диска (рис. 1 б) [4] или одностадийным его формованием, когда каналы получают после извлечения металлических профилирующих вкладышей на стадии получения углепластика с полимерной матрицей (рис. 1 в) [19]. Причем второй и третий вариант получения вентиляционных каналов более предпочтительны, так как дают возможность получения профилированных каналов, обеспечивающих отсутствие срыва в них воздушных потоков, и, соответственно, максимальный теплоотвод с внутренних поверхностей тормозных дисков.

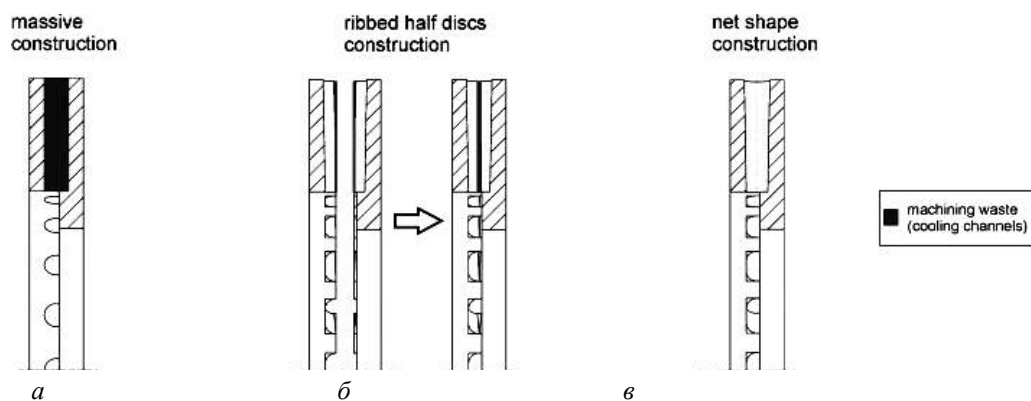


Рис. 1. Три варианта получения вентилированного тормозного диска: *а* – механической обработкой; *б* – склеиванием двух профилированных частей; *в* – одностадийным методом формования

Тормозные диски из КМК сейчас устанавливаются серийно или в виде дополнительных опций на автомобилях марок: Mercedes, Porsche, Hyundai, Ferrari, Volkswagen, Bugatti, Bentley, Aston Martin, Lamborghini, Nissan, Audi, Lotus, Corvette, Koenigsegg, Lexus и мотоциклах Yamaha YZF-R1, Suzuki, Ducati, MV Agusta и в других моделях.

На рис. 2 и 3 приведены фотографии некоторых типов тормозных дисков из КМК для различных моделей автомобилей и мотоциклов соответственно.



Рис. 2. Фотографии автомобильных тормозных дисков из КМК: вид в разрезе дисков фирмы SGL GmbH для Porsche 911 Turbo (*а*) [17] и фирмы Brembo для Audi R8 (*б*) [10]; *в* – фирмы MS Production для Ferrari F430 [12]; *г* – фирмы DACC [11]

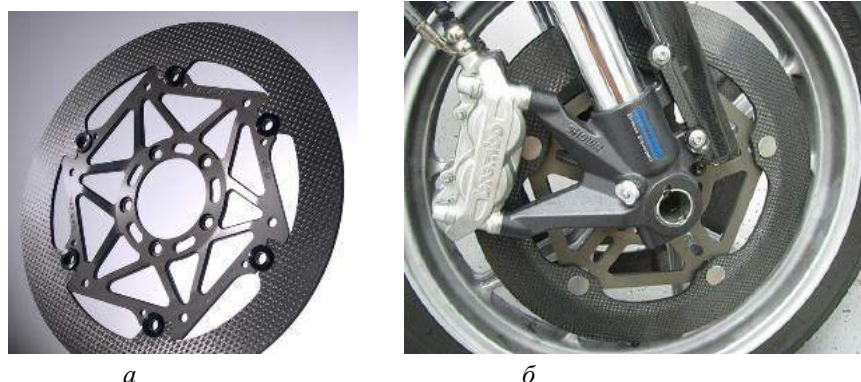


Рис. 3. Тормозной диск из КМК для мотоциклов: *а* – фирмы Starfire systems для мотоцикла Yamaha YZF-R1 [15], *б* – фирмы MS Production [16]

Основной тенденцией развития пассажирского железнодорожного подвижного состава является повышение его скоростных характеристик, которые на текущий момент времени практически достигли рубежа 600 км/час. Здесь также перспективными материалами для тормозных систем высокоскоростных подвижных составов являются тормозные диски из КМК. Фрикционные элементы из КМК либо прогнозируются, либо уже применяются в высокоскоростных поездах TVG (Франция), Talent (Германия), Pendolino (Италия), APT (Англия), AVE (Испания), HSR-350x (Корея), Shinkansen (Япония) и в ряде других. Следует отметить, что масса одного стального тормозного диска составляет более 100 кг и снижение его массы в 2 раза за счет использования композиционных материалов с керамической матрицей позволит снизить суммарную массу скоростного поезда более чем на 5 тонн [17]. На рис. 4 приведены фотографии некоторых типов тормозных дисков из КМК для высокоскоростных поездов различных фирм-производителей.

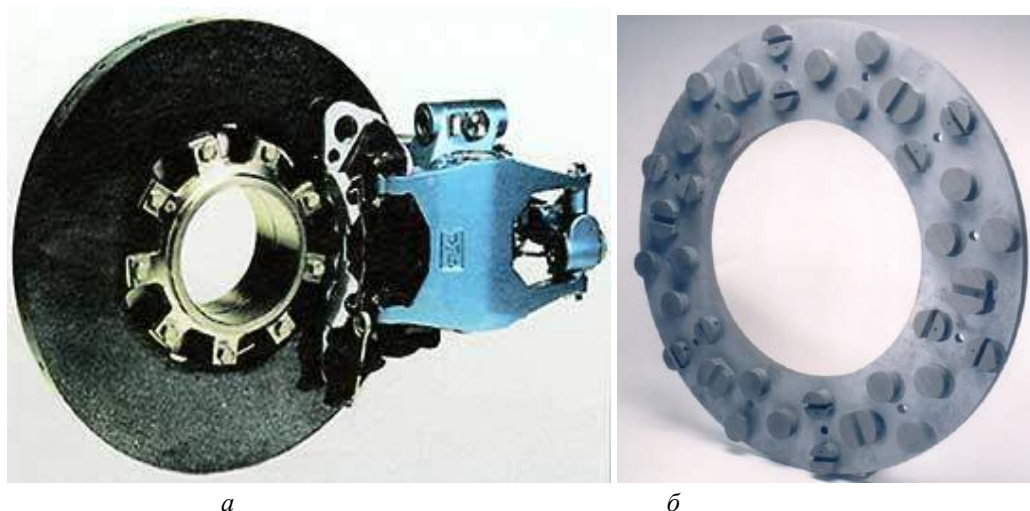


Рис. 4. Тормозные диски из КМК для железнодорожных скоростных подвижных составов: *а* – фирмы Knorr Brake Company [5], *б* – фирмы DLR [13]

Энергия торможения для самолетов может достигать 37 МВт, что приводит к нагреву фрикционных элементов системы торможения более 1200⁰С. На текущий момент времени при изготовлении тормозных устройств для авиационной и авиакосмической техники нашли широкое применение композиционные углерод-углеродные материалы. Такие тормозные устройства изготавливаются из монодисков либо из дисков секционного типа, причем отмечается, что наиболее предпочтительными вариантами являются конструкции тормозов, состоящих из монодисков или имеющие хотя бы один монодиск в фрикционной паре. Тем не менее, крупнейшими мировыми фирмами ведутся активные работы по созданию коммерческого продукта в виде, как самого фрикционного КМК, так и конструкций тормозов на их основе для авиационной и авиакосмической техники. На рис. 5 приведен опытный вариант тормозного устройства с дисками из КМК [9].

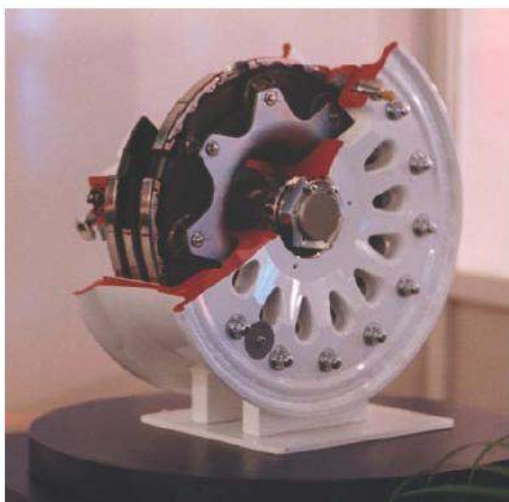
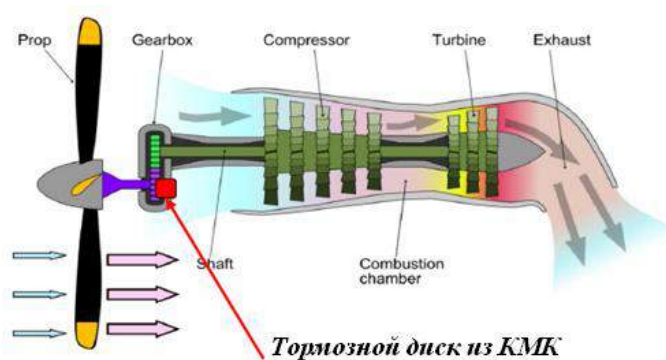


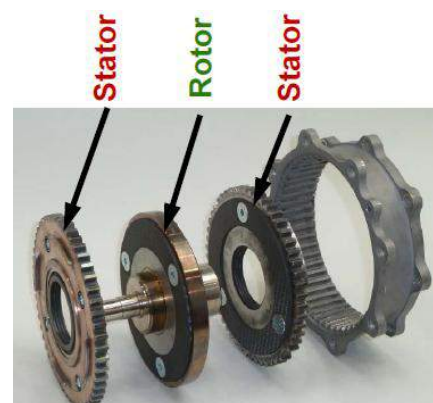
Рис. 5. Вид в разрезе авиационного тормоза с тормозными дисками из композиционного материала с керамической матрицей

Имеется информация о широком применении композиционных материалов с керамической матрицей в конструкции нового космического челнока (space glider) X-38, в том числе и в качестве фрикционных материалов в тормозных системах [7].

Во время обслуживания винтовых самолетов, пропеллеры двигателей должны надежно удерживаться от проворота. Кроме того, вращение пропеллера должно динамически останавливаться после выключения двигателя в наземных условиях при воздействии ветра. Для остановки вращающегося пропеллера и его надежной фиксации при обслуживании двигателя, даже при сильном ветре, фирмой UMBRA Cuscinetti SpA (Италия) разработана специальная тормозная система на основе тормозных дисков из КМК. Эти диски диаметром 120 мм и толщиной 6 мм, изготовленные фирмой DLR (Германия), способны остановить пропеллеры диаметром 5,3 метра в течение нескольких секунд. На рис. 6 приведены схемы размещения тормозных дисков из КМК в двигателе самолета и компоновка самой тормозной системы, а на рис. 7 – фотография данной тормозной системы на основе тормозных дисков из КМК для остановки вращающегося пропеллера и его надежной фиксации при обслуживании двигателя самолета A400M.



а



б

Рис. 6. Схема размещения тормозных дисков из КМК в двигателе самолета (а) и компоновка самой тормозной системы (б) [2]



Рис. 7. Фотография тормозной системы на основе дисков из КМК для остановки вращающегося пропеллера и его надежной фиксации при обслуживании двигателя самолета А400М [14]

Список литературы

1. Старченко В.Н. Фрикционные материалы на базе углерод-углеродных и углерод-асбестовых волокон для тормозных устройств / В.Н. Старченко, В.А. Гурин, В.П. Быкадоров, Е.Н. Шапран // Железные дороги мира, 2006. - №2. - с. 38-42.
2. Heidenreich B. C/C-SiC materials based on melt infiltration – manufacturing methods and experiences from serial production /B. Heidenreich, S. Hofmann, M. Keck [et al.] – 34p. http://www.ceramic-composites.eu/sites/ceramic-composites.eu/files/anhaenge/14/01/10/2013_heidenreich_htcmc.pdf.
3. Kevorkijan V. Engineering wear-resistant surfaces in automotive aluminum // JOM, 2003. - Vol.53. - №2. - p.32-34.
4. Krenkel W. C/C-SiC composites for advanced friction systems / W. Krenkel, B. Heidenreich, R. Renz // Advanced engineering materials, 2002. – Vol.4. - №7. – p.427-436.
5. Schlosser W. Moderne Bremssysteme für Schienenfahrzeuge / W. Schlosser, S. Aurich // ZEV + DET Glasers Annalen, 2001. - № 8. - p. 273-277.
6. Starfire System to commercialize ceramic disk brake. www.compositesworld.com.
7. The new way into space: space transporters of the next generation. www.dfg.de/raumtransportsysteme
8. Weiss R. Short-fiber reinforced CMCs: potential and problems / R. Weiss, M. Henrich // Ceramic engineering and science proceedings, 2005. - Vol.26. - Iss.2. - p. 351-362.
9. www.afrl.af.mil
10. www.audi.com/au/brand/en/service/audi_genuine_accessories0/audi_genuine_parts0/retrofittable_solutions/ceramic_brake_discs.html
11. www.buykorea21.com/companyView.php?company_code= C20100730031104&product_code=P20100730031104&gu=product
12. www.carbonceramicbrake.com/ferrari.html
13. www.dlr.de/bt/en/desktopdefault.aspx/tabid-2499/6930_read-10079/
14. www.dlr.de/dlr/en/desktopdefault.aspx/tabid-10661/1148_read-507/#gallery/6855
15. www.google.ru/search?q=Starfire+systems+brake+disk&newwindow=1&hl=ru&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=iW0EU7WwD...
16. www.msproduction.com
17. www.sglcarbon.com/sgl_t/brakedisk/products/train.html
18. www.worldcarfans.com/104060910554/porsche-ceramic-composite-brake
19. Zuber Ch. Development of a Net Shape Manufacturing Method for Ventilated Brake Discs in Single Piece Design / Ch. Zuber, B. Heidenreich // Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, 2006. - Vol.37. - №4. - p.301-308.

**СЕКЦИЯ №9.
АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)**

**СЕКЦИЯ №10.
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНЦЕПЦИИ «ПАССИВНЫЙ ДОМ»

Алексеева А.С., Безгласный К.С., Тышкевич А.В., Черныховский Б.А.

ЮРГПУ(НПИ) имени М.И. Платова, РФ, г.Новочеркасск

В настоящее время в связи с ежегодным ростом тарифов на энергоресурсы необходимо при проектировании и строительстве применять технологии, которые впоследствии могли бы снизить затраты на горячее водоснабжение, отопление, электроснабжение. Решением данного вопроса может служить строительство пассивного дома, который отвечает экологическим стандартам, обеспечивает практически нулевое энергопотребление и высокий уровень жизни.

Концепция пассивного дома была создана в Германии, в немецком городе Дармштадт, в середине 80-ых годов прошлого века профессором физики Вольфгангом Файстом, который произвел расчеты для дома-термоса, не нуждающегося в обогреве. Будучи первоначально лишь теорией, модель такого дома была реализована на практике более чем в 100 городах Европы. Наблюдение в течении 30 лет и тщательный анализ показали, что такой дом действительно практически не потребляет тепла.

Что же такое пассивный дом в целом? Это энергосберегающее сооружение с комфортным микроклиматом как в зимнее, так и в летнее время, главная особенность которого заключается в малом энергопотреблении по сравнению с обычными зданиями. Все это достигается за счет использования внутренних источников тепла, высокоэффективной теплоизоляции, правильной ориентацией здания и органичной планировкой, отсутствия мостиков холода, использования энергосберегающих технологий и альтернативных природных источников получения энергии для отопления и горячего водоснабжения, например, энергии ветра, термальных подземных источников, солнца (солнечные коллекторы, тепловые насосы).

Для сокращения тепловых потерь используют материалы с максимальным сопротивлением теплопередаче. Для создания эффекта термоса, например, можно использовать теплоизоляцию одинаковой толщины по всему контуру. Приток свежего воздуха осуществляется с помощью механической вентиляции, при этом для обогрева часто организуют приточно-вытяжную вентиляцию с применением рекуператоров, использующих тепло выбрасываемого воздуха для обогрева, поступающего извне. Идеально, если пассивный дом представляет собой независимую энергосистему, совершенно не требующей расходов на поддержание температуры внутри.

Еще один немаловажным компонентом пассивного дома являются окна, так как это самый слабый элемент здания с точки зрения теплопотерь. Поэтому окна используют с исключительно высокими показателями теплоизоляции (не более $0,7 - 0,85 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$).Тройное остекление с двумя низкоэмиссионными покрытиями и заполнением инертным газом - оптимальное решение для пассивного дома. Также рекомендуется использовать теплоизолированные ставни, закрывающиеся на ночь.

В Европе определены требования и критерии для пассивного дома. Так, удельный расход тепловой энергии на отопление не должен превышать $15 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, а общее потребление первичной энергии для отопления, горячего водоснабжения, электрической энергии не должны превышать $120 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ [2]. К первичной энергии мы относим природный источник энергии (каменный уголь, природный газ, нефть, уран и т.д.). В России же технологии пассивного дома внедряются с учетом наших климатических особенностей, поэтому энергопотребление оказывается немного выше, порядка $30-50 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

При проектировании пассивного дома необходимо придерживаться некоторым рекомендациям по ориентации дома по сторонам света.

Юг – основная сторона для ориентирования здания. Летом высокое солнце, зимой же глубокое проникновение солнца в помещение, которое хорошо прогревает стены комнаты. Поэтому важно размещать

от 40% остекления именно с южной стороны здания. В качестве солнцезащиты используются выносы крыш, жалюзи, посадки деревьев и кустарников.

Север – мало-солнечная сторона с равномерным освещением, холодными зимними ветрами. С этой стороны лучше всего размещать вспомогательные помещения, гаражи, котельные.

Восток – хорошее освещение утром, приятное прогревание летом, сильное охлаждение зимой. Благоприятная сторона для размещения спален, мест для завтрака, кабинетов, гардеробных.

Запад – самая ветреная сторона, подверженная воздействию осадков. Размещают кладовые, лестницы, коридоры.

Запроектированный нами дом рассчитан на комфортное проживание семьи из 4 человек в южной части нашей страны, предпочтительно Ростовская область.

На первом этаже предусмотрен тамбур. Далее – холл, из которого можно попасть в кабинет и техническое помещение, кладовую, санитарный узел с душевой кабиной, раковиной, туалетом, полками и шкафами, стиральной и сушильной машинами. Кухня, столовая, гостиная – единое пространство. С южной стороны дома обеспечивается выход на террасу.

На втором этаже три спальни, две из которых могут использоваться как детские комнаты. Рядом полноценный санузел с ванной и просторный холл, который образует единое пространство второго этажа. Может использоваться как место для игр или пространство для совместного времяпрепровождения членов семьи.

Вход в дом и проезд к гаражу расположены с северной стороны. Остекление северного фасада ограничено.

Двускатная крыша простой конфигурации покрыта профилированными листами из крашеной оцинкованной стали, аналогичным образом защищает панели крыши от промокания и конденсата и не требует ухода.



Рисунок 1. Северный фасад



Рисунок 2. Южный фасад

Южный фасад используется с максимальной эффективностью, на нем размещено панорамное остекление, которое зимой работает как солнечный коллектор и собирает максимальное количество солнечного тепла, а летом защищено от перегрева стенкой с западной стороны. С этой же стороны спроектирован выход на террасу. Южный витраж и терраса обращены на внутренний двор. Восточные и западные окна - минимальных размеров и для предотвращения перегрева летом оборудованы наружными затеняющими устройствами рольставнями.

Наружные стены выполнены из газоблоков, эффективного утеплителя ISOVER и с облицовкой в 2 вариантах: облицовочным кирпичом керамическим и фасадной доски из дуба. Теплотехнический расчет ограждающей конструкции стены выполнен в программе LIT Thermo Engineer. Приведенное сопротивление теплопередаче составило 5,08 м² С/Вт для облицовки из кирпичной кладки, 5,28 м² С/Вт для облицовки из фасадной доски из дуба. При таком сопротивлении теплопередаче мощность теплопотерь составит 660 Вт, а расход тепла на отопление кВт·ч/(м²год).

На сегодняшний день для нас особо актуальна адаптация зарубежного опыта в данном направлении, ведь совсем скоро технологии пассивного дома будут применяться гораздо чаще, этому способствует и изменения, внесенные в законодательство по повышению энергоэффективности. Однако, одна из проблем остается в слабой информированности общества, именно поэтому так важно развивать данную тему не только в кругах проектировщиков, но и повсеместно для сохранения энергии и развития экологического сознания в массах.

Список литературы

1. Вержбовский Г.Б., Веселев Ю.А., Лагутин В.В., Лукашевич Э.Б. Справочник современного проектировщика. - Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 544 с.
2. Институт пассивного дома [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.passiv-rus.ru/index.php/component/k2/item/44-osnovnaya-informatsiya-po-passivnim-domam> (дата обращения 28.11.2016)
3. Энергетическая стратегия России на период до 2020 г., авторский коллектив под руководством Яновского А.Б., 2001 г

ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОФИСНЫХ ПРОСТРАНСТВ

Алмоян Д.А., Котлярова Е.В.

АСА ДГТУ, РФ, г. Ростов-на-Дону

В современном мире значительно изменились представления о рабочем процессе и его организации, расширились направления деятельности компаний. Главной составляющей рабочего процесса является «интеллектуальное производство» и его конечный результат – знание. Изменился способ организации рабочего пространства, все большую актуальность приобретает планировочное решение открытого типа и командный вид работы, в котором основное место занимает коммуникация между сотрудниками. Сформировалось новое поколение информационного общества, которое ищет возможности для развития творческих взаимоотношений, расширения границ трудовой деятельности, самореализации и самовыражения. Вместе с изменением взгляда на рабочий процесс меняется и представление о том, каким должен быть современный офис и появилась необходимость в новых способах организации рабочего пространства, функционального и комфортного для каждого сотрудника и реализации основного на сегодняшний день вида деятельности в офисе – работы с информацией.

Таким образом, при проектировании офиса в сложившихся условиях необходимо ставить во главу угла его производственные, а не эстетические качества, помогающие компании осуществлять свою деятельность. Архитектор и инженер-проектировщик должны прийти к компромиссу между художественной и деловой ценностями, а также между функциональностью и эстетикой офиса.

Офисное пространство во многом определяет восприятие конечным представителем философии компании. Также очень важно, чтобы люди, которые половину своей жизни проводят в офисе, отождествляли себя с компанией, направлением ее деятельности, ее целями и чувствовали себя на рабочем месте как дома. Только тогда они смогут работать с полной самоотдачей и максимально эффективно.

Зарубежный и российский опыт проектирования офисных пространств последних лет отражает переход основы офисной деятельности в сторону современных технологий, способствующих повышению производительности труда.

Современный офис должен сочетать в себе разноплановые помещения, сочетающие в себе зоны для индивидуальной и командной работы, быть функциональным, гибким (иметь возможность изменять планировку), соответствовать идеологии, корпоративной системе компании, иметь художественную выразительность. Многофункциональность и ориентация на коллективную работу с оснащением самыми различными техническими новшествами (система индивидуального контроля освещения и температуры воздуха и т.п.) и удобствами (от кухонь до тренажерных залов) становится обязательной характеристикой, определяющей жизнеспособность офисного пространства.

В пространственной организации становится актуальной комбинированная планировка, тогда как кабинетно-коридорная планировка отходит на второй план. Развитие средств коммуникации отражается в увеличении зон для неформального общения и отдыха. Можно сказать, что в целом повысились требования к гибкости и мобильности пространства.

Степень комфорта и удобства пространства для работы существенно влияет на его эффективность. Высокоэффективным аспектом организации рабочего пространства является многофункциональность. Современные эффективное офисное пространство – это среда, в которой соединены множество функций: деловая, культурно-бытовое обслуживание, образование, отдых и развлечения. Основной задачей такого соединения является создание комфортной среды, которая будет способствовать коммуникации между сотрудниками и развитию новых идей. [1]. Рабочая среда в офисе, следуя принципу многофункциональности, обеспечивает пространственное равноправие сотрудников, их здоровье, безопасность и комфорт. Кафе, одновременно используемое как место для коллективной работы, отдыха, социальной интеграции, как пример многофункциональности, также является возможностью экономии на оплате одного помещения. А когда технические средства и правильная планировка позволяют сотрудникам свободно перемещаться из одной зоны в другую, каждое помещение офиса начинает использоваться более рационально, что повышает его качество. [3].

Важными задачами создания эффективных офисных пространств являются: следование технологическим инновациям и изменениям деловых отношений, обеспечение реорганизации рабочих групп, оптимизация рабочих зон под рабочий процесс. Гибкость и адаптивная способность офисного

пространства определяют их универсальность, обеспечивающую быстрые изменения с минимальными затратами. Принцип гибкости оказывает влияние на формирование функционально-планировочной структуры.

В зависимости от направления деятельности компании, типа организации рабочего процесса (преобладание индивидуальной, групповой или командной работы) также важным является правильный выбор планировочной схемы. Самыми распространенными типами организации пространства офисов являются коридорно-кабинетная, открытая (зальная), комбинированная планировка. Офис кабинетного типа идеально подходит для индивидуальной и сосредоточенной работы, когда нет необходимости в коллективной работе. Офис открытого типа характеризуется высоким духом коллективизма, возможностью общения и командной работы, гибкостью и динамикой. В такой планировке пространство используется максимально эффективно, усиливается чувство принадлежности к коллективу, однако недостатками являются плохая звуковая и зрительная изоляция. Комбинированный тип офиса сочетает в себе индивидуальные кабинеты и единое офисное пространство. Индивидуальные и групповые пространства отделяются прозрачными перегородками от центральных зон, предназначенных для общего пользования. Таким образом, сглаживается противоречие между стремлением сосредоточиться и необходимостью в общении. Комбинированная планировка способствует развитию коллективизма, обеспечивает неплохую гибкость и изоляцию рабочих мест, выражает динамичность и ясность пространственной организации. [1].

Продуманный офисный интерьер, форма и цвет объектов предметно-пространственной среды является важным аспектом не только для формирования имиджа компании, но и для создания максимального комфорта в пределах отдельного рабочего пространства. Цвет мебели, стен, цветовые акценты формирует определенные климатические и эмоциональные условия в офисе. Важно использовать цвета, которые с психологической точки зрения позитивно влияют на человека, способствуют внимательности, умственному и творческому мышлению, добавляют энтузиазм и повышают настроение.

Основная задача проектирования рабочего пространства в офисе – это создание наиболее эффективного офиса, который будет работать на повышение производительности труда сотрудников, работающих в этом офисе. Комфорт офиса состоит из эргономики рабочего места и рационального планирования офисного пространства в целом. На примере исследований американских ученых установлено, что правильно организованное рабочее пространство в офисе влияет на повышение производительности труда в течение всего рабочего дня в среднем на 15-25%.

Но нельзя совсем забывать и об эстетической составляющей офиса. Цвет, стиль, декоративные элементы и материалы могут существенно повлиять на моральную атмосферу на рабочем месте и здоровье сотрудников. Правильный выбор цвета и экологические материалы могут повысить креативность, снизить стресс. Профессиональная атмосфера и подход к организации пространства, выдержанность фирменного стиля интерьера, корпоративной философии оказывают позитивное влияние на клиентов и посетителей. Организация пространства офиса требует создания зон свободного общения, где сотрудники могут встречаться и взаимодействовать. Эти зоны должны быть спокойными и комфортными, чтобы поощрять сотрудников к общению за счет обеспечения открытых многоцелевых пространств для совместной работы в непринужденной обстановке. Соответствовать высоким стандартам и требованиям современный офис может благодаря своей функциональности и изменчивости, разделению пространства на функциональные зоны.[4].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что профессиональный подход в планировочной организации офисных пространств является неотъемлемой частью процесса создания комфортной и максимально приспособленной для плодотворной деятельности работника среды. Кроме того, тщательное обустройство офиса в соответствии с непосредственными нуждами организации способно оптимизировать расходы и количество используемой площади.

Список литературы

1. Вартапетова А.Е. Архитектурно-планировочные принципы организации офисных объектов: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. Архитектуры: спец. 05.23.21 «Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности»/ А.Е. Вартапетова. – М.,-2010. – 31 с.

2. Гельфонд, А.Л. Эволюция делового центра /А.Л. Гельфонд. – Архитектура строительство дизайн. 2003. – №1 (29). – С. 15
3. Емельянов, Е.Н. Психология бизнеса. / Е.Н. Емельянов, С.Е. Поварицына. –М.: Армада, 1998. – 511 с.: илл.
4. Ларо У. Офис Кайдзен: Преобразование офисных операций в стратегическое преимущество./ Ларо У. – Минск: Гревцов Паблишер, 2009. – 35 с.
5. Котлярова Е.В., Алмоян Д.А. Основные тенденции в проектировании офисных и административных пространств. Сборник статей международной научно-практической конференции «Наука, образование и инновации», 2016. С. 178-180.

ПРОНИКАЮЩАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ. ОСОБЕННОСТИ, ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Заморов А.А, Сапрыгина Ю.В., Ковалёв А.В., Потехин А.А.

ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова, РФ, г. Новочеркасск

Одним из основополагающих аспектов, оказывающих влияние на долговечность бетонных и ж/б конструкций и сооружений, является воздействие воды.

Бетонные и ж/б конструкции, подвергшиеся влиянию воды, значительно снижают свои технические характеристики. Далее, если вовремя не проводятся мероприятия по гидроизоляции, в поверхностном слое ж/б конструкций возникают необратимые разрушающие процессы. Зачастую, это выражено в оголении арматурных стержней, образовании микротрещин, снижении прочности бетона и нарастании коррозионных процессов. Все эти процессы могут вызвать снижение срока службы ж/б конструкций и их несвоевременное разрушение.

Рисунок 1 Разрушение ж/б конструкции, вследствие замачивания



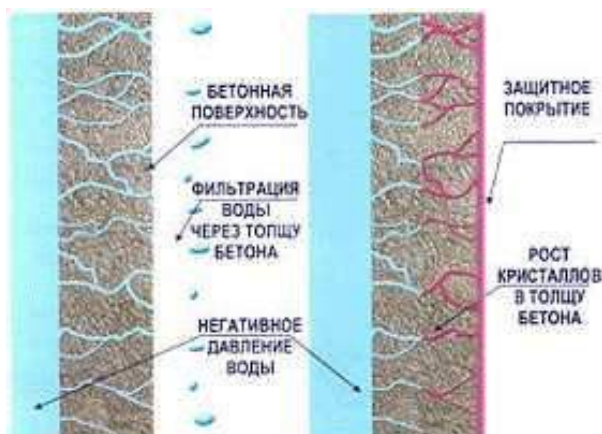
В настоящее время существуют следующие способы гидроизоляции бетонных конструкций:

- Штукатурная гидроизоляция (выполняется из минеральных вяжущих (зачастую, цемента), наполнителей, полимерных и минеральных добавок);
- Оклеечная (рулонная) гидроизоляция (представляет собой защитный слой, выполняемый наклейкой одного или нескольких слоев рулонных материалов на различных клеевых композициях или мастиках);
- Окрасочная гидроизоляция (представляет собой многослойное покрытие, толщина которого может варьироваться от одного миллиметра до нескольких сантиметров. Выполняется как на цементной, так и на битумной основе).

Наряду с традиционными видами, все чаще гидроизоляция бетонных конструкций производится с применением новых материалов. Одним из таких материалов является гидроизоляция проникающего действия.

Проникающая гидроизоляция (ПГ) – материалы, состоящие из портландцементов, наполнителей и смеси химических соединений (такназываемых химически активных добавок-ХАД). Как правило, в число добавок входят соли щелочных и щелочноземельных металлов, иногда применяются полимерные добавки.

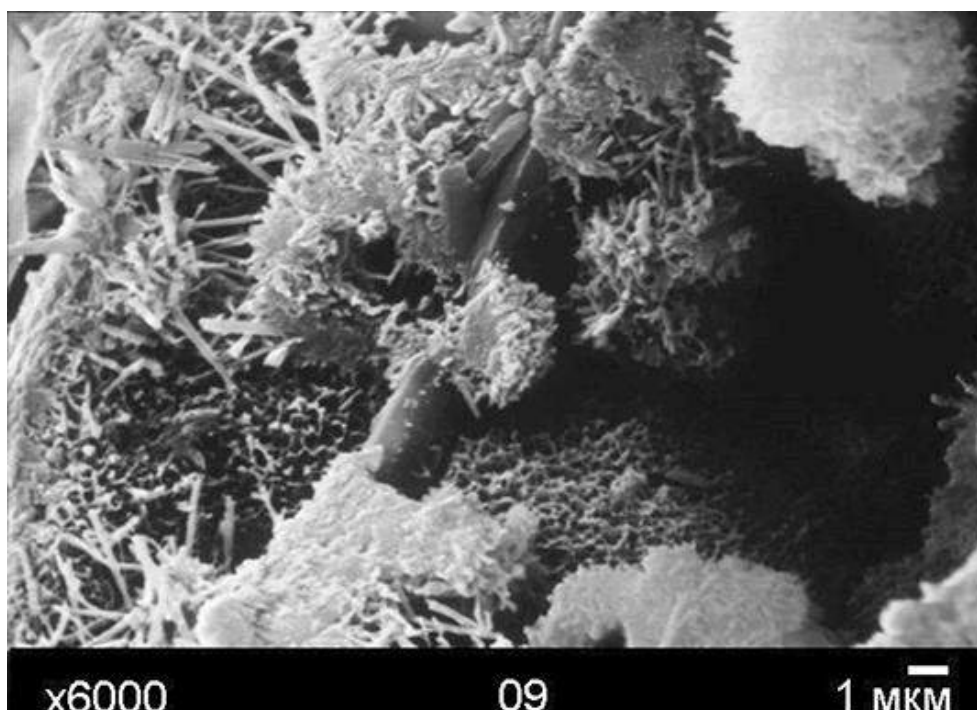
Рисунок 2 Принцип действия ПГ



Раствор, в жидком состоянии, наносится на влажную поверхность обрабатываемой конструкции, создавая на поверхности высокий химический потенциал. Структура бетона, в свою очередь сохраняет низкий химический потенциал. Их разница стремится выровняться за счет возникающего осмотического давления. Благодаря которому, ХАД мигрируют вглубь структуры бетона. Чем выше влажность бетонной структуры, тем действенней происходит процесс пенетрации ХАД вглубь бетона. Этот процесс протекает как при положительном так и при отрицательном давлении воды. Глубина проникновения ХАД материала сплошным фронтом достигает нескольких десятков сантиметров.

Попав в тело бетона, ХАД, растворяясь в воде, вступают в химическую реакцию с ионами кальция и алюминия, оксидами и солями металлов, содержащимися в бетоне. В ходе этих реакций образуются более сложные соли, создающие нерастворимые кристаллогидраты. Сеть этих кристаллов заполняет поры, капилляры и микротрещины шириной до 0,4 мм. При этом кристаллы становятся составной частью бетонной структуры.

Рисунок 3 Кристаллы в увеличении



Одна из отличительных черт применения гидроизоляционных смесей проникающего действия заключается в сохранении бетоном паропроницаемости. Так, при обработке бетонных стен, барьер из

кристаллов в порах бетона не будет препятствовать удалению влаги изнутри помещения, что в свою очередь предотвратит появление грибков и плесени.

Второй уникальной особенностью использования смеси, является способность обработанного бетона к «самозалечиванию». При прекращении контакта с водой, процедура нарастания кристаллов прекращается, но при его возобновлении, процесс возобновляется.

Достоинства ПГ:

- Возможность применения материала, как для подземных, так и для наземных сооружений;
- Наносится на увлажненную поверхность (нет надобности просушивать бетон);
- Легкость приготовления и нанесения;
- Применение смесей ПГ обеспечивает повышение прочности и морозостойкости обработанных конструкций;
- Помимо придания свойств водонепроницаемости, применение составов, способствуют защите бетона от воздействия агрессивных сред (карбонаты, хлориды, сульфаты, нитраты, нефтепродукты и т.д.)

Недостатки ПГ:

- Не применяется при гидроизоляции таких пористых материалов, как пенобетон и газобетон, вследствие недопустимо большого объема пор;
- Не рекомендуется наносить на сборные ж/б конструкции (остропроблемным местом являются стыки).
- Высокая цена.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что, не являясь универсальным гидроизолирующим материалом, ПГ располагает рядом преимуществ перед гидроизолирующими материалами других видов.

Список литературы

1. Диссертация на тему: «Улучшение свойств гидроизоляционных тонкослойных цементных композиций поверхностного и проникающего действия» к.т.н. Соловьев Д.В. г. Санкт-Петербург 2008 г.
2. Инструкция по применению сухой смеси ЛАХТА® проникающая гидроизоляция ТУ 5775-008-11149403-2001;
3. Технологический регламент на проектирование и выполнение работ по гидроизоляции и антикоррозийной защите монолитных и сборных железобетонных и бетонных конструкций. -2-е изд., перераб. и доп. –М., СРО «РСПППГ» 2008, -64с;

КЛЕЕННЫЕ АРМИРОВАННЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Мурсалова Д.Р.

СКФУ, РФ, г. Ставрополь

Конструкции из дерева занимают одно из ведущих мест среди легких строительных конструкций. В строительстве применяются два основных типа деревянных конструкций:

- конструкции с элементами из брусьев и досок и податливыми соединениями на нагелях или гвоздях (например, металлодеревянные треугольные сегментные фермы, составные балки);
- клееные конструкции, имеющие в своем составе деревянные клееные элементы заводского изготовления.

Наиболее эффективными считаются клееные деревянные конструкции.

К их важнейшим преимуществам можно отнести:

возможность получения монолитных элементов практически любых размеров и форм поперечного сечения, обладающих повышенной несущей способностью, долговечностью и огнестойкостью; высокую эффективность использования материала.

В целях рационального использования высокосортной древесины, повышения жесткости изгибаемых элементов рекомендуется армировать клееные деревянные конструкции металлической или

стеклопластиковой арматурой. Это позволяет значительно уменьшить расход древесины, а значит и монтажной массы, повысить качество и надежность деревянных конструкций, которые работают в основном на изгиб и сжатие с изгибом.

Несущие армированные конструкции из клееной древесины нашли применение в самых различных типах зданий и сооружений: зрелищно-спортивных, сельскохозяйственных и складских, мостах и эстакадах, химических цехах. В таких сооружениях зачастую предъявляются весьма высокие требования, поскольку процесс эксплуатации предполагает воздействие перепадов температуры и влажности, агрессивных сред, повторной кратковременной и длительной нагрузок.

Для производства армированных деревянных клеенных конструкций применяется в основном древесина хвойных пород, которая обладает достаточно высокими механическими свойствами, стойкостью к эксплуатационным воздействиям. Что касается выбора металлической и стеклопластиковой арматуры, то для усиления деревянных конструкций необходимо учитывать не только ее прочностные, но и упругие характеристики, поскольку соотношение нормальных напряжений в арматуре и древесине при их нормальной совместной работе зависит от величины отношения их модулей упругости. Наиболее эффективным и целесообразным является армирование стальными стержнями периодического профиля. Такая арматура имеет развитую поверхность сцепления с древесиной по сравнению с гладкой, что обеспечивает более высокую прочность и надежность соединения. Прочностные свойства арматуры влияют на несущую способность целостной комплексной конструкции и должны учитываться при проектировании.

Рассматривая армированные деревянные конструкции как комплексные, необходимо выбирать арматуру с учетом полного использования ее свойств в зависимости от механических свойств древесины. При совместной работе арматуры с древесиной напряжения в арматуре достигают предела текучести прежде, чем исчерпывается прочность древесины. В то же время арматура предотвращает хрупкое разрушение конструкции вследствие того, что даже после полного разрушения древесины в растянутой зоне арматура частично сохраняет несущую способность, хотя она и работает за пределами текучести. Экспериментальные исследования полностью подтверждают этот вывод: даже после разрушения древесины растянутой зоны балки выдерживают нагрузку, составляющую 60-75% величины разрушающей нагрузки, что повышает надежность конструкций.

Армирование деревянных конструкций может выполняться как отдельными стержнями, так и полукаркасами, которые представляют собой продольные стержни рабочей арматуры с приваренными к ним стержнями поперечной арматуры. Поперечные стержни увеличивают надежность сцепления арматуры с древесиной, исключая при этом возможность хрупкого разрушения конструкций от скалывания клеевого шва или древесины в зоне расположения арматуры. В ряде случаев поперечное армирование может выполняться в виде вертикально клеенных стальных пластин толщиной 2-5 мм, соединенных сваркой с рабочей арматурой после вклеивания стержней. Дополнительно пластины могут иметь сквозную перфорацию, которую выполняют с целью снижения расхода металла и повышения качества склеивания.

В настоящее время наиболее технологичными и широко освоенными являются клееные деревянные конструкции прямоугольного сечения, поэтому их рационально применять и для армированных конструкций. Такая форма сечения ввиду большей массивности по сравнению с другими типами сечений наиболее полно отвечает требованиям долговечности и огнестойкости, которые на сегодняшний день предъявляются к несущим деревянным конструкциям.

Наличие армирования способствует значительному уменьшению габаритов сечений клееных заготовок. Так, высота сечений заготовок армированных конструкций, как правило, становится ниже на 20-30%, ширина обычно составляет 120-170 мм, а монтажная масса уменьшается на 30-40%. В свою очередь, это позволяет снизить трудозатраты на выполнение заготовок, а также повысить оборачиваемость и производительность прессового оборудования.

Наиболее сложным процессом при изготовлении армированных конструкций является вклеивание арматуры, включающее в себя целый ряд операций. В число основных операций входят следующие: приготовление клеевой композиции; фрезерование пазов для закладывания арматуры по пластям досок; сверление отверстий для поперечных стержней; подготовка арматуры; нанесение клеевой композиции; укладка и запрессовка стержней арматуры или арматурных полукаркасов.

Операции по фрезерованию пазов, укладке и запрессовке арматуры можно выполнять двумя методами. В первом, наиболее трудоемком методе используются заготовки полного габарита, которые необходимо кантовать при двухстороннем армировании и дважды использовать прессовое оборудование. Во втором, более удобном методе можно выделить операции по вклеиванию арматуры и осуществлять их

параллельно с другими технологическими процессами. Однако это затрудняет армирование полукаркасами с поперечной арматурой. С конструктивной и технологической точки зрения целесообразно осуществлять армирование конструкций по боковым пластям при ширине сечения до 100-150 мм. Данный вариант армирования позволяет изготавливать конструкции, имеющие составное по ширине сечение. Такая конструктивная система способствует значительному сокращению производственных издержек, поскольку отпадает необходимость в кантовании конструкции при вклеивании стержней с выдержкой в каждой позиции по 10-12 часов. Размещение арматуры внутри составного сечения значительно повышает огнестойкость конструкций. Арматурные стержни, как правило, вклеивают в пазы, расположенные в один ряд по ширине сечения. Форму и размеры паза выбирают, исходя из условий обеспечения надежного склеивания арматуры с древесиной и минимального расхода клеевого состава.

При армировании конструкций полукаркасами, которые представляют собой основную продольную арматуру с приваренными перпендикулярно или под углом к ней поперечными стержнями, в клееной заготовке под поперечную арматуру каркаса сверлятся отверстия диаметром, на 5 мм превышающим наружный диаметр стержня, а боковые отверстия диаметром 3-5 мм для выдавливания воздушных пробок и избытка клея. При запрессовке клееного пакета с армированными элементами качество склеивания увеличивается вследствие равномерного распределения давления по длине заготовки. В свою очередь такой характер распределения давления достигается за счет небольшой деформативности армированного элемента под сосредоточенными грузами запрессовочных устройств.

Для повышения огнестойкости и долговечности конструкций арматуру необходимо защищать доской толщиной не менее 25 мм, наклеиваемой поверх стержней или вкладывая в глубокий паз поверх арматуры. Из довольно богатого ассортимента выпускаемых промышленностью клеев, таким требованиям отвечают только эпоксидные, фенолформальдегидные и полиуретановые композиции. При выборе клеевой композиции для соединений в армированных конструкциях следует учитывать, что на смену некоторым традиционным компонентам, входящим в состав вышеперечисленных клеевых композиций, приходят новые, свойства которых повышают технологичность и качество клеевых соединений.

Результаты экспериментально-теоретических исследований и опытное строительство свидетельствуют о том, армированные деревянные клеенные конструкции по сравнению с неармированными обладают большими в 2-3,5 раза несущей способностью и в 1,8-3 раза жесткостью. При этом они сокращают расход древесины в 1,8-2,1 раза, что позволяет значительно уменьшить массу конструкций. Все эти преимущества способствуют уменьшению трудоемкости изготовления, объема здания, а значит и затрат на ограждающие конструкции и отопление.

Список литературы

1. Рощина, С. И. Армирование – способ повышения надежности и долговечности деревянных конструкций / С. И. Рощина // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2008. – №2. – С. 71-75.
2. Рощина, С. И. Армированные деревянные конструкции / С. И. Рощина, М. С. Сергеев, А. В. Лукина // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2013. – №4. – С. 80-85.
3. Щуко В.Ю. Клееные армированные деревянные конструкции / В.Ю. Щуко, С.И. Рощина // Учебное пособие. Владимир, ВлГУ, 2008. – 82 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Мурсалова Д.Р., Горчаков А.О., Джанибеков С. А.

СКФУ, РФ, г. Ставрополь

Для обеспечения экономической стабильности государства одним из значимых процессов является повышение уровня энергоэффективности в строительной области. Это возможно только путем сочетания работ связанных с обеспечением энергетической эффективности в зданиях и системах теплоснабжения зданий.

Энергоэффективное строительство с каждым годом приобретает все большее развитие, так появляются новые сооружения, построенные по самым современным технологиям, с повышенными требованиями к теплозащите и улучшенными характеристиками энергопотребления.

Энергоэффективное здание – это здание, в котором экономия энергоресурсов достигается за счет применения инновационных, технически осуществимых и экономически обоснованных решений, приемлемых с экологической и социальной точек зрения и не изменяющих привычный образ жизни.

Проектирование энергоэффективного здания необходимо начинать с его комплексного анализа, причем рассматривать здание необходимо как единую энергетическую систему. Данный анализ включает в себя три этапа. На первом этапе необходимо с помощью математических выражений описать модель теплообменных процессов в здании. На втором – определить ограничивающие условия и сформулировать оптимизационные задачи в зависимости от цели оптимизации, например по снижению затрат энергии на отопление, установочной мощности оборудования. На третьем – решить поставленную оптимизационную задачу.

При проектировании энергоэффективного здания следует рассматривать две независимые друг от друга энергетические подсистемы:

- наружный климат как источник энергии;
- здание как единую энергетическую систему.

Результаты анализа первой подсистемы дают возможность вычислить энергетический потенциал наружного климата, а также методы его использования для теплоснабжения здания. Анализируя вторую подсистему, можно определить характеристики архитектурно-конструктивных, теплотехнических или энергетических показателей здания как единой энергетической системы.

Для наилучшего решения проблемы энергоэффективности здания необходимо разделить его единую энергетическую систему на следующие основные энергетически взаимосвязанные подсистемы:

- энергетическое воздействие наружного климата на оболочку здания;
- энергию, сконцентрированную в наружных ограждающих конструкциях здания;
- энергию, сконцентрированную внутри объема здания.

После проведения такой декомпозиции здания необходимо произвести оптимизацию вышеописанных подсистем. Для этого надо определить оптимальные архитектурно-планировочные, теплотехнические или энергетические параметры как для здания в целом, представляющего собой единую энергетическую систему, так и для отдельных элементов здания с учетом взаимосвязи между ними.

При реальном проектировании выбор оптимальной совокупности взаимосвязанных инновационных архитектурно-планировочных и инженерных решений энергоэффективного здания может быть стеснен рядом фиксированных с самого начала ограничений, которые не могут быть нарушены. Соответственно достижение целей оптимизационных задач возможно только при получении оптимальных решений, учитывающих заданные ограничения. В таком случае рационально ввести показатель тепловой эффективности проектного решения η , характеризующий отличие принятого к проектированию здания от здания, наиболее эффективного в тепловом отношении:

$$\eta = \frac{Q_{\min}}{Q}, 0 < \eta \leq 1, \quad (1)$$

где Q_{\min} – затраты тепловой энергии на отопление или охлаждение здания, наиболее эффективного в тепловом отношении, Вт;

Q – затраты тепловой энергии на отопление или охлаждение здания, принятого для проектирования, Вт.

В соответствии с представлением здания как единой энергетической системы тремя основными энергетически взаимосвязанными подсистемами показатель тепловой эффективности проектного решения может быть представлен следующим образом:

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3, 0 < \eta_{(1,2,3)} \leq 1, \quad (2)$$

где η_1 – показатель теплоэнергетической эффективности оптимального учета воздействия наружного климата на здание;

η_2 – показатель теплоэнергетической эффективности оптимального выбора тепло- и солнцезащитных характеристик наружных ограждающих конструкций;

η_3 – показатель теплоэнергетической эффективности оптимального выбора систем обеспечения микроклимата.

При проектировании энергоэффективного здания следует уделять особое внимание архитектурным и инженерным решениям. К архитектурным решениям можно отнести следующие:

- определение местоположения здания с учетом климатических особенностей, рельефа местности, существующих построек вблизи территории, на которой предполагается строительство;
- выбор общей архитектурно-планировочной концепции здания;
- выбор формы, а также ориентации здания;
- выбор остекления, солнцезащиты здания;
- выбор конструкции, а также материалов наружной облицовки.
- выбор объемно-планировочных решений здания;
- выбор схемы организации освещения.

Принятые архитектурные решения должны быть направлены на максимальное использование положительного и нейтрализации отрицательного воздействия наружного климата на тепловой баланс здания.

Что касается инженерных решений, то среди них можно выделить следующие:

- выбор источников теплоснабжения, в том числе решение о возможности применения нетрадиционных источников энергии;
- выбор системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха здания;
- выбор конструкции, а также материалов наружных ограждений;
- выбор системы автоматизированного управления инженерным оборудованием здания.

Принятые инженерные решения должны быть ориентированы на организацию системы климатизации здания, которая обеспечивала бы требуемые параметры микроклимата в помещениях с наименьшими затратами энергии.

С учетом архитектурных и инженерных решений показатель тепловой эффективности η можно представить в следующем виде:

$$\eta = \eta_1 \eta_2, \quad (3)$$

$$\eta_1 = \frac{Q_{\min}^{\text{arch}}}{Q}, \quad (4)$$

$$\eta_2 = \frac{Q_{\min}^{\text{ing}}}{Q}, \quad (5)$$

где Q_{\min}^{arch} – затраты энергии на климатизацию здания с оптимальными архитектурными решениями;

Q_{\min}^{ing} – затраты энергии на климатизацию здания с оптимальными инженерными решениями.

Можно сказать, что показатель η_1 является критерием мастерства архитектора, а η_2 – мастерства инженера.

Окончательные решения при проектировании энергоэффективных зданий принимаются ответственными лицами, которые помимо рекомендаций, вытекающих из математического расчета, могут учитывать ряд соображений количественного и качественного характера, не учтенных в расчетах.

Таким образом, увеличить энергоэффективность зданий можно только в результате применения комплексных архитектурно-строительных решений. Проектный потенциал энергосбережения в зданиях и сооружениях в большей степени зависит от опыта и квалификации авторов проекта, а фактический потенциал обусловлен качеством строительных работ, точностью исполнения проектных решений. Вместе с тем выбор мероприятий по энергосбережению должен основываться на знании проектировщиками энергосберегающих технологий строительства и характеристик строительных материалов и конструкций. Применение современных энергоэффективных конструкций, материалов и технологий дает возможность создавать здания не только с низким потреблением энергии, но и с различными показателями ценового диапазона, комфортабельности и экологичности.

Список литературы

1. Голованова, Л. А. Энергосбережение в жилищном строительстве /Л. А. Голованова. – Хабаровск : Изд-во Хабар.гос. техн. ун-та, 2005. – 146 с.
2. Табунщиков, Ю. А. Энергоэффективные здания / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бородач, Н. В. Шилкин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2015. – 200 с.
3. Пилипенко, В. М. Строительство энергоэффективных зданий / В. М. Пилипенко, Л. Н. Данилевский // Наука и инновации. – 2010. – №6. – С. 22-24.

ПОЛУСУХАЯ СТЯЖКА ПОЛА: ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА

Потехин А.А., Сапрыгина Ю.В., Ковалев А.В., Заморов А.А.

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
им.М.И. Платова, г. Новочеркасск

Полусухая технология формирования стяжки является очень актуальной на сегодняшний день благодаря огромному ряду достоинств. Она берет в основу свою привычную заливку пола при помощи цементно-песчаного раствора либо бетонной смеси. Назначение этой технологии заключается в выравнивании черновой основы конструкции будущих полов, еще она выполняет функции плиты фундамента либо промышленного отшлифованного пола.

Терминологию «полусухой» метод стяжки получил за счет сокращения объема воды, затрачиваемой при приготовлении смеси. В ходе затворения вводится минимальный объем жидкости, необходимый для гидратации цементных молекул и для последующего вовлечения их в процесс образования прочных кристаллических связей.

При использовании наименьшего объема влаги при замесе, смесь в дальнейшем ходе затвердевания образует цементный камень, исходный вес которого становится меньше и менее трудоемким в укладке. В ходе этих преобразований полусухая смесь обретает целый ряд достоинств:

- Отличные показатели плотности материала, соответствующая прочности и надежности будущего элемента фундаментальной строительной конструкции. В смесь добавляется ровно тот объем воды, который понадобится для связи с ним молекул цемента, при таком расходе отсутствует возможность испарения несвязанной влаги. Как следствие, пустот и пор на такой поверхности просто нет, что является, по сути, гарантией надежности и прочности будущих полов;
- Практически нет усадок из-за сокращения пор на твердеющей поверхности, ведь поры сокращены до минимума;
- Оптимальный вариант созревания полотна стяжки благодаря отсутствию длительного процесса влагоиспарения;
- Комфортные условия кладки без прилипающей грязи и образования сырости;
- Поддержание уровня влажности, позволяющего проведение попутно и других отделочных работ на территории помещения.

Привычные методы заливки полотна пола были часто причинами порчи недавно сооруженных конструкций, особенно подвержены порче были оконные рамы и дверные коробки. Хранить стройматериалы вблизи заливки полов также не рекомендовалось. Полусухой способ заливки полов устранил все эти неприятности.

Затирание безусадочного слоя выравнивания нужно начинать сразу же после окончания протяжки. Спустя всего 12 часов становится возможным перемещение по поверхности полусухой стяжки. Укладка финишного покрытия полов и последующая отделка комнат приостановятся всего на сутки. Устаревшие схемы стяжки полов требуют гораздо большего времени на просушку.

Начало процесса завершения всех работ по обустройству пола находится в прямой зависимости от качественных параметров материала для будущего настила:

- Через пару суток можно приступать укладывать не подверженную влиянию влаги напольную плитку из керамогранита;



- Настилать линолеум можно только по прошествии недели после стяжки;
- Укладку ламината либо паркетной доски следует начинать через прописанные в технологических описаниях 28 дней. Ожидание до начала укладки 40-43 дня — намного лучше и надежнее.

Все же не следует начинать укладку облицовки пола сразу через двое суток, ведь испарение влаги, хоть и в малом количестве все же есть, поэтому лучше выждать более длительное время.

Данный вариант стяжки обладает, несомненно, массой достоинств, но застройщикам следует знать все возможные подводные камни этого метода и его видимые недостатки, чтобы они не застали вас врасплох. Ниже приведен список отрицательных моментов данного метода:

- Для надежности стяжки столь необходимая плотность материала, смесь растекается с трудом, может создавать округлости в областях стыка стеновых конструкций с полом, словно обтекает углы, делая их кругловатой формы;
- Применение такой техники собственноручно на больших площадях 75 м² довольно нецелесообразно и требует колоссальных усилий;
- На нижнем пределе мощности слоя стяжки действует ограничение в 30 мм по высоте, оптимальный уровень толщины покрытия 40-50 мм.

С первым довольно непривлекательным минусом справляются путем добавления в смеси различных пластификаторов, введение которых следует производить строго по рекомендациям производителя. Неровностей в области сопряжения углов пола стен избегают при помощи трамбовки массы для выравнивания по всему периметру после укладки ее на подобающее место. Нецелесообразность собственноручной стяжки большой площади полов можно решить, нанимая строительную бригаду с агрегатом-пнеумоукладчиком, это будет вполне доступно и сократит время на кладку. А вот последний недостаток следует подробнее изучить, ведь именно он касается самой технологии стяжки из полусухой смеси.

За счет малого содержания в составе смеси влаги высыхание и твердение поверхности полов происходят в довольно быстром темпе. При малой мощности стяжка может высохнуть полностью, так и не соединившись со своим основанием. Значит, она будет отходить слоями и продавливаться под наступающими на ее поверхность ногами. Нанесенный более толстый слой (выходит за рамки 5 см) будет довольно тяжеловесным, каждый лишний см в толщине стяжки будет оказывать давление на 1м² перекрытия, вес которого 90-120 кг. В случае необходимости добрать нужную высоту пола, в основание сначала подсыпают керамзитобетон, далее идет кладка полусухого раствора.

Если стяжка должна в оптимальном варианте обладать мощностью в 4-5 см, то схема устройства следует определить до начала кладки. Это плавающий тип пола, нигде не закрепленный к стенам либо к основанию. От черновой основы стяжку отделяют прослойкой гидроизоляционного материала. От стен по периметру окантовывают пенополистирольным ограничителем-лентой, препятствующим прохождению каких-либо звуковых волн. Плавающая конструкция создана с целью предотвращения появления какого-либо напряжения в сохнущей стяжке, которое способно разорвать соединение монолита в момент схватывания со стеной. В случае исключения напряжения идет защита от трещин, стяжку также защищают от растрескивания введением эластичного фиброволокна.

Фиброволокна приходят на смену привычной армированной сетке. Это отличное средство для борьбы с трещинами, чего не скажешь о сетке. Применение армированной сетки уместно, но не совсем комфортно в условиях самостоятельного строительства.

До начала самостоятельного сооружения полусухой стяжки следует провести скрупулезный анализ поверхности пола. Путем постукивания молоточком выявляются возможные трещины и отслоившиеся участки цементной основы, удаляются они при помощи перфоратора и заполняются вновь цементной смесью. Далее нужно сбить все имеющиеся выпуклости, расширить и отремонтировать все трещины. Линии сопряжения стен и пола следует также обработать цементом, даже если трещин там не наблюдается. По окончании ремонтных работ черновой пол необходимо очистить от пятен жира и следов масляной краски, тщательно пропылесосить поверхность.

Для приготовления раствора полусухой стяжки необходимо приобрести портландцементом, подходящей для этого типа смеси марки 400Д20, закупить речной либо промытый карьерный песок и необходимые добавки для улучшения растекаемости будущего раствора. Для облегчения замеса можно взять в аренду бетономешалку либо соорудить что-либо подобное из подручных средств.

Данный раствор имеет ряд необходимых требований к материалам. Заготовленный песок должен обладать модулем крупности не выше 2,5, крайний лимит тонкодисперсных глинистых включений в общей

массе песка не должен превышать 3%, случайно попавшие торфяные прожилки и растительные остатки следует исключить из состава песка. Весь песок просеивать и осматривать следует вручную.

Приобретать цемент необходимо в целостной упаковке и с нормальным сроком годности. Раствор будет соответствовать приобретенной марке цемента. При наличии ПЦ с обозначением 500Д20, в случае равнозначных пропорций получится смесь 350М, необходимую для работы в тяжелых условиях.

Воду, необходимую для замеса, можно брать из водопровода, другие непроверенные источники воды следует отвергать, ведь в составе ее могут быть загрязнения либо биологические отходы.

Таким образом, технологии не стоят на месте. Технология полусухой стяжки позволяет произвести работы высокого качества в короткие сроки, используя меньшую трудоемкость, тем самым сократить сроки строительства объекта.

Список литературы

1. <http://remstroyvopros.ru/ukladka-plitki-na-pol/polusuxaya-styazhka-pola-texnologiya-montazha-etapy-raboty>[http://](http://strmnt.com/dom/build/floor/texnologiya-polusuxoj-styazhki-pola.html)
2. <http://strmnt.com/dom/build/floor/texnologiya-polusuxoj-styazhki-pola.html>

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ПРИМЕРЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ДЕФЕКТОВ ВОСТОЧНОЙ СТЕНЫ КАМЕРЫ ШЛЮЗА №2 КАНАЛА ИМЕНИ МОСКВЫ ПРИ ПОМОЩИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Харичкин А.И., Левачев С.Н., Федорова Т.С.

(Харичкин А.И., НИИОСП им. Н.М. Герсевича; Левачев С.Н., Московский Государственный Строительный Университет; Федорова Т.С., ФГБУ «Канал имени Москвы»)

В настоящей статье описан опыт проведения трехмерного лазерного сканирования одной из стен камеры шлюза №2 канала имени Москвы. Работа была выполнена для оценки возможностей современных способов проведения геотехнического мониторинга с целью определения текущего технического состояния восточной стены камеры шлюза №2 Канала имени Москвы. При проведении работ была создана объемная модель поверхности восточной стены камеры и частично здания башни верхней головы, по которой оценивались дефекты, деформации и другие повреждения.

Ключевые слова: гидротехническое сооружение, лазерное сканирование, геотехнический мониторинг, камера шлюза, подпорная стена, наблюдение за перемещениями, облако точек, деформации, дефекты, осадки.

Введение

Наблюдение за состоянием основных несущих конструкций как уже существующих, так и строящихся сооружений является одной из важных задач, обеспечивающих безопасность эксплуатации, а также сохранность жизни и здоровья людей, которые находятся в инженерном сооружении.

С развитием нормативной базы [1-4] контроль технического состояния инженерного сооружения (мониторинг) носит обязательный характер как в строительный, так и в эксплуатационный периоды. При этом в последние 5-10 лет значительно развилось современное оборудование для измерения геометрического положения объекта в пространстве. Так в дополнение к автоматическим тахеометрам, способным определять координаты отдельных точек без участия оператора, появились приборы, способные совершать тысячи таких измерений в секунду, позволяя фактически снять ограничения по количеству наблюдаемых точек, что в свою очередь позволило сканировать сооружения, получая их объемные высокоточные компьютерные модели. Все это позволило оценивать динамику перемещений не по отдельным деформационным маркам, а в целом, опираясь на смещения инженерного сооружения.

Особенно интересно применение такого подхода при наблюдении за сложными инженерными сооружениями, в которых тесно переплетаются технологические процессы с их конструктивом и архитектурой. Без сомнения, к таковым относятся различные гидротехнические сооружения и, в частности, камеры шлюзов. Тем более, применение современных способов мониторинга за состоянием становится актуальным, когда рассматривается такое гидротехническое сооружение как Канал имени Москвы, который

функционирует уже более 80 лет, и при этом отдельные его части представляют собой памятники архитектуры и инженерного искусства, которые необходимо сохранить и содержать в достойном состоянии.

В мае 2016 года, по просьбе службы эксплуатации Канала имени Москвы, сотрудниками НИИОСП им. Н.М. Герсевича было проведено обследование восточной стены камеры шлюза №2 для определения состояния бетона лицевой поверхности стены и локализации дефектов. Работы выполнялись на безвозмездной основе. В ходе обследования осуществлено сканирование восточной стены и башен верхней и нижней голов в общем виде. Детальное обследование (сканирование), по данным которого можно подробно сделать вывод о состоянии лицевой поверхности стены, выполнено на четырех секциях камеры. В состав обследуемых секций вошли секции с наихудшим состоянием бетона.

Краткая характеристика основных конструкций камеры шлюза №2

В настоящее время Канал имени Москвы является одним из крупнейших каналов на территории Российской Федерации.

Судоходные сооружения Канала находятся в эксплуатации почти 80 лет. За долгие годы эксплуатации на стенах камер шлюзов наблюдаются множественные деструктивные изменения в поверхностном слое бетона (трещины, каверны с обнажением арматуры, очаги фильтрации). Первые дефекты в бетонном массиве камер были выявлены в зоне переменного уровня воды, а в последующие годы, получили распространение по всей площади стен. Общий вид камеры шлюза №2 представлен на рисунке 1.



Рис.1. Панорамное изображение восточной стены камеры шлюза №2

По наблюдениям, проведенным за время эксплуатации на рассматриваемом в данной статье, шлюзе №2, наблюдаются незатухающие перемещения стен в сторону камеры шлюза, интенсивность которых составляет до 2 мм/год.

Незатухающие перемещения стен и образование трещин привели к необходимости принятия мер для восстановления разрушений бетона и прекращения прогрессирующих деформаций, а именно: разгрузке стен от обратной засыпки, установке дополнительных армоэлементов, установке составных наклонных и вертикальных нагелей в районе тыловой грани стен, закреплению стен анкерными тягами, ремонту лицевого бетона стен.

Выполненные мероприятия не лишены недостатков, но в совокупности они повышают возможность более надежной эксплуатации шлюзов.

В настоящее время наибольшую обеспокоенность вызывает состояние восточной стены камеры шлюза №2, незатухающие перемещения которой продолжаются и в настоящее время. Также именно шлюз № 2 стал первым, где в самом начале эксплуатации были обнаружены перемещения стен в камеру шлюза и применены различные мероприятия по повышению безопасности его эксплуатации.

Шлюз №2 – однокамерный, докового типа, общая длина шлюза - 367,0 м, полезная длина камеры – 290,0 м, полезная ширина камеры – 30,0 м. Минимальная глубина на пороге – 5,52 м. Камера разделена на 15 секций. Толщина днища 4,0 м, толщина стен по низу 6,0 м, по верху 1,0 м. Высота стен камеры 16,0 м. Схема камеры шлюза №2 представлена на рисунке 2.

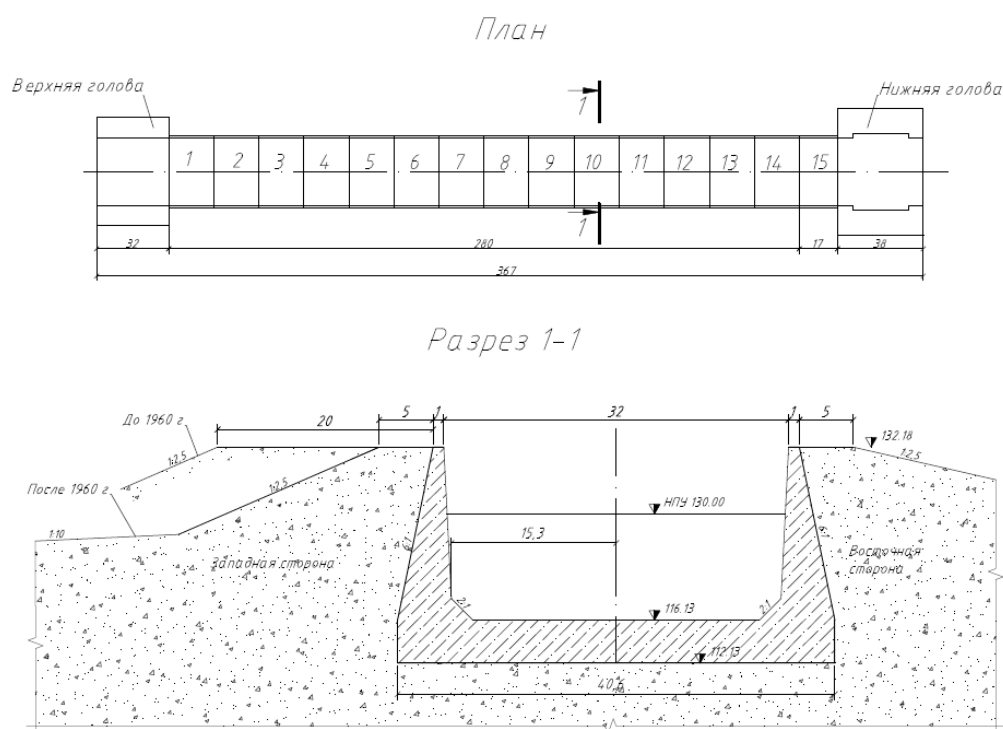


Рис.2 Схема камеры шлюза №2

Стены камеры шлюза выполнены из железобетона проектной марки В15 (М200). Проектом предусмотрена разбивка стен по высоте на четыре блока бетонирования. Максимальный расчетный напор составляет 11,31 м. Напор при НПУ равен 6,00 м.

В основании камеры залегает преимущественно суглинок с гравием и валунный суглинок. Пазухи за стенами камеры шлюза засыпаны моренным суглинком и частично супесью в смеси с песком. Западная пазуха засыпалась талым грунтом, восточная с примесью мерзлого грунта, т. к. отсыпка производилась в зимний период, засыпка грунта производилась без уплотнения[5].

Методика проведения работ. Приборы и оборудование

Для получения объемной модели восточной стены камеры шлюза было применено лазерное сканирование, выполненное с базовых точек, закрепленных на противоположной стороне камеры. Общий вид оборудования в процессе проведения съемки представлен на рисунке 3.



Рис.3. Электронный сканирующий тахеометр Leica MS60 в процессе съемки

Лазерное сканирование – технология, позволяющая создать цифровую трехмерную модель объекта, представив его набором точек с пространственными координатами. Технология основана на использовании современных геодезических приборов – лазерных сканеров, измеряющих координаты точек поверхности объекта с высокой скоростью порядка нескольких десятков тысяч точек в секунду. Полученный набор точек называется «облаком точек» и впоследствии может быть представлен в виде трехмерной модели объекта, плоского чертежа, набора сечений, поверхности и т.д.

В основе технологии трехмерного лазерного сканирования лежит метод определения множества трехмерных координат X, Y, Z отдельных точек на снимаемом объекте. Измерения выполняются с помощью высокоскоростного лазерного дальномера. Для перехода на следующий узел мнимой сетки луч лазерного дальномера после каждого замера разворачивается системой зеркал на некоторый заданный угол.

Для выполнения инженерно-геодезических работ по фасадной съёмке (трёхмерному лазерному сканированию) применялся электронный сканирующий тахеометр Leica MS60 (рисунок 3). Технические характеристики используемого оборудования представлены в [6]. Был принят шаг сканирования: 5мм x 5мм на расстояния от 50м до 200м; точность определения расстояния до точки сканирования равна 1,5-3 мм; скорость сканирования была определена как высокоскоростная до 1000 точек за 1 секунду на расстоянии до 200 метров.

Основные результаты, полученные при проведении сканирования стенки камеры шлюза

В результате проведения работ по сканированию была получена объемная модель восточной стены камеры шлюза №2 общий вид, которой представлен на рисунках 4-7.

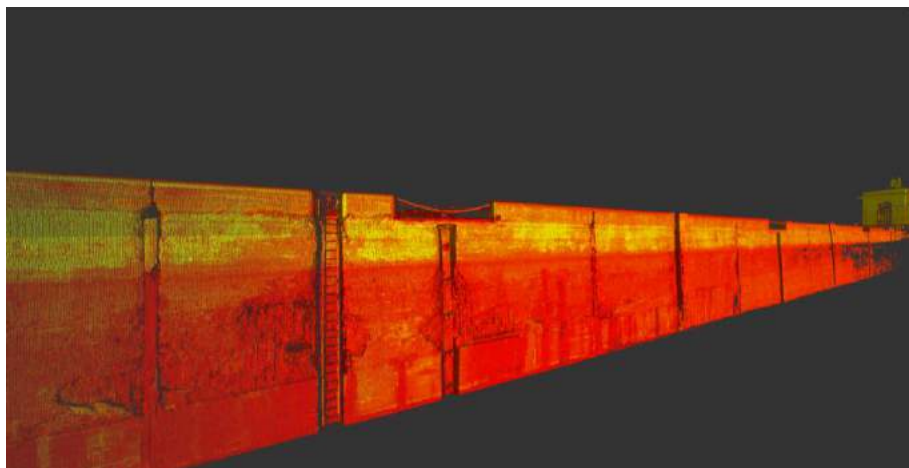


Рис. 4. Состояние бетона лицевой поверхности секция № 6,7, 8, здание башни верхней головы

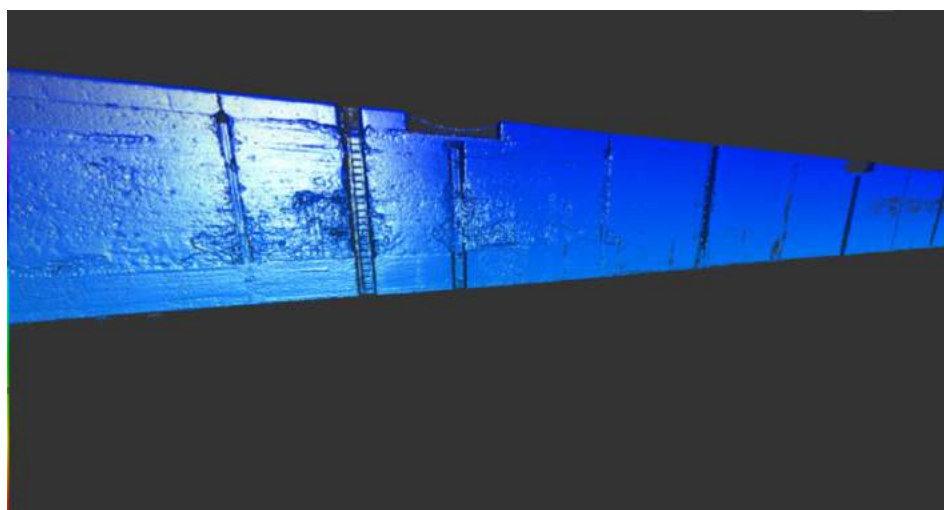


Рис. 5 Лицевая поверхность секции №8 с наихудшим состоянием бетона

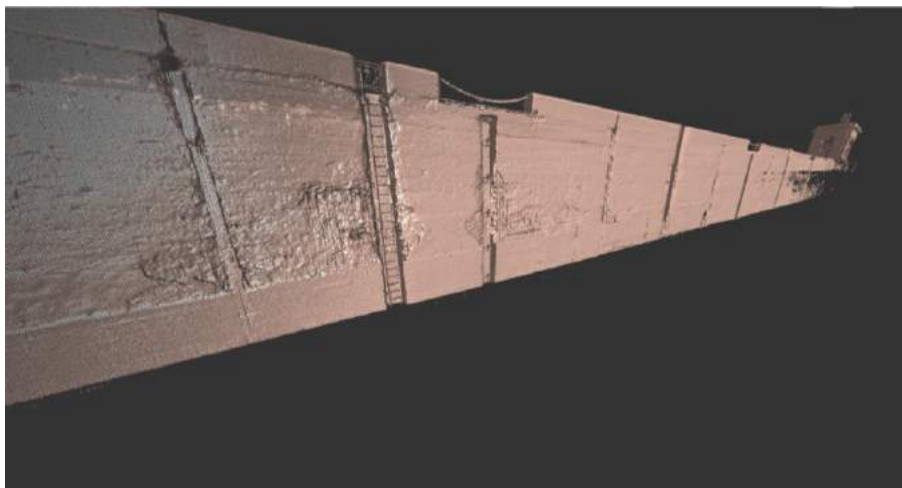


Рис. 6 Секция №8 каверны с обнажением арматуры, разрушение поверхностного слоя бетона

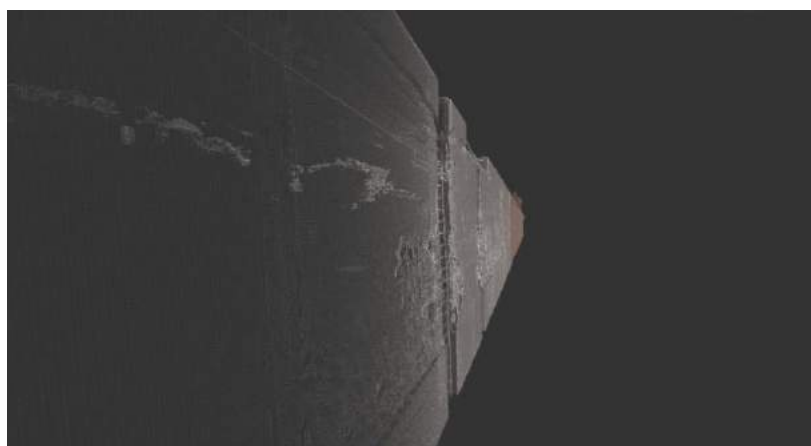


Рис. 7 Секция №8 каверна с обнажением арматуры, вид со стороны нижнего бьефа

Выводы

Выполненное обследование показало, что лазерное сканирование позволяет в достаточно короткие сроки и с высокой достоверностью получить модель сооружения с точным расположением на ней выявленных дефектов, оценить пространственные деформации сооружения.

По результатам обследования восточной стены получены данные о точном расположении дефектов лицевой поверхности, их размерах и площади. Полученные материалы позволяют с большей достоверностью выполнить оценку технического состояния сооружения и рассчитать объемы материалов для выполнения ремонтных работ.

Список литературы

1. ГОСТ 24846-2012 «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений»/ НИИОСП им. Н.М. Герсевича и НИЦ «Строительство»./М.:2013 г.;
2. СВОД ПРАВИЛ СП 22.13330.2011 ОСНОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* Москва 2011 МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ/М.:2011 г;
3. Свод Правил СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ/М.:2012 г;
4. ГОСТ Р 22.1.13-2013 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мероприятия по гражданской обороне, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Требования к порядку создания и эксплуатации

5. Материалы Правительственной комиссии по приему Канала Москва-Волга. Гидротехническая секция. Бетонная группа. 1937 г., стр. 12-20
6. <http://leica-geosystems.com/products/total-stations/multistation>

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ СОВРЕМЕННЫХ АДсорбЕНТОВ

Луферчик Я.С., Авдеева М.А.

ПНИПУ, РФ, г. Пермь

Изучением адсорбентов начали заниматься давно, но и в настоящее время эти исследования продолжают оставаться актуальными.

Основной целью данной работы являлся сравнительный анализ современных адсорбентов по поглотительной способности и другим параметрам, а также рассмотрение методов регенерации адсорбентов.

Введение

Изменение концентрации вещества в поверхностном слое по сравнению с его концентрацией в объемной фазе, отнесенное к единице поверхности, называется адсорбцией. Адсорбция зависит от многих факторов, например, от природы вещества, от температуры, от концентрации вещества в объеме.

Химики принято называть более плотную фазу, то есть вещество, на котором идет адсорбция, адсорбентом, который может быть либо жидким, либо твердым.

Основными промышленными адсорбентами являются пористые тела, обладающие большим объемом микропор.

По химическому составу все адсорбенты можно разделить на углеродные и неуглеродные. К углеродным адсорбентам относятся активные (активированные угли), углеродные волокнистые материалы, а также некоторые виды твердого топлива. Неуглеродные адсорбенты включают в себя силикагели, активный оксид алюминия, алюмагели, цеолиты и глинистые породы.

Для сравнительного анализа были выбраны наиболее современные и часто используемые адсорбенты для очистки жидкостей: диатомит, активированный уголь, силикагель и цеолит.

Диатомит

Диатомит (от позднелат. *Diatomeae* - диатомовые водоросли), инфузорная земля, осадочная горная порода, состоящая более чем на 50% из раковин диатомовых водорослей. В различных количествах в диатомите встречаются шарики (глобулы) опала, не имеющие органогенной структуры, а также обломочные и глинистые минералы.

Диатомит имеет разнообразный химический состав, который включает в себя: SiO_2 (оксид кремния)

74,80% – 88,15%; Al_2O_3 (оксид алюминия) 3,34% – 9,75%; Fe_2O_3 (оксид железа III) 2,37% – 5,26%; CaO (оксид кальция) 0,47% – 0,85%; MgO (оксид магния) 0,61% – 1,71%.

Жаростойкость диатомита колеблется от 1570 до 1600°C. Используется как адсорбент в фильтрах. Представляет собой рыхлую породу белого, светло-серого или желтоватого цвета. Замечено, что вода в карьере, где идет добыча диатомитов, никогда не цветет.

Активированный уголь

Активированный (активный) уголь — пористое вещество, которое получают из различных углеродсодержащих материалов органического происхождения: древесный уголь (марки активированного угля БАУ-А, ОУ-А, ДАК и др.), каменноугольный кокс (марки активированного угля АГ-3, АГ-5, АР и др.), нефтяной кокс, кокосовый уголь и др. Содержит огромное количество пор и поэтому имеет очень большую удельную поверхность на единицу массы, вследствие чего обладает высокой сорбционной способностью.

Химический состав (%): С (углерод) 87,0 – 97,0; водород, кислород, азот, сера и др. 3,0 – 13,0.

Жаростойкость активированных углей выше 1000°C. Применяют в медицине и промышленности для очистки, разделения и извлечения различных веществ.

Силикагель

Силикагелем называют продукт обезвоживания геля кремневой кислоты, получаемого действием серной или соляной кислот или растворов кислых солей на раствор силиката натрия. Выпавший гель кремневой кислоты после промывки высушивается при температуре 115-130° до влажности 5-7%. В химическом составе силикагеля до 70% SiO_2 (оксид кремния).

Силикагель отличается однородностью пор как по величине, так и распределению. Применяется силикагель в виде зерен диаметром от 0,2 до 7 мм главным образом для поглощения паров воды, т. е. для сушки газов. Удельная активная поверхность силикагеля выражается величиной порядка 600м² на один грамм.

Цеолит

Цеолиты представляют собой природные или синтетические минералы, которые являются водными алюмосиликатами, содержащими оксиды щелочных щелочноземельных металлов. Эти адсорбенты отличаются регулярной структурой пор, размеры которых соизмеримы с размерами поглощаемых молекул. Особенность цеолитов состоит в том, что адсорбционные поверхности соединены между собой окнами определенного диаметра, через которые могут проникать только молекулы меньшего размера. На этом основано разделение смесей с разными по размеру молекулами, что послужило причиной называть цеолиты молекулярными ситами.

Химический состав цеолитов включает в себя множество соединений: SiO_2 (оксид кремния) 69,0% – 74,0%; H_2O (вода) до 10,0%; Al_2O_3 (оксид алюминия) 11,4% – 14,0%; K_2O (оксид калия) 4,0% – 5,5%; CaO (оксид кальция) 1,7% – 3,3%; MgO (оксид магния) 0,4% – 1,7% и др.

Жаростойкость цеолитов достигает 950°C, а твердость по шкале Мооса 4 – 5 баллов.

Далее приведена сравнительная оценка стоимости рассмотренных адсорбентов. А также по ранее приведенным в статье данным, была проведена балльная характеристика адсорбентов на предмет выявления наиболее эффективного из них. Результаты представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1

Стоимость адсорбентов

Адсорбент	Стоимость, руб./кг
Диатомит	13
Активированный уголь	70
Силикагель	52
Цеолит	120

Таблица 2

Количественная характеристика параметров в баллах

Показатель	Количественная характеристика		
	1 балл	2 балла	3 балла
Химический состав	>5	3-4	1-2
Жаростойкость	<500	<1000	>1000
Механическая прочность	min	средн.	max
Класс опасности	4	3	-
Насыпная плотность	min	средн.	max
Размер пор	max	средн.	min
Стоимость	max	средн.	min

Таблица 3

Сравнительные показатели адсорбентов и их балльная оценка

Технологические, технические и эксплуатационные показатели	Диатомит	Активированный уголь	Силикагель	Цеолит
Химический состав	5	2	1	10
Баллы	1	3	3	1
Жаростойкость	1600	>1000	180	950
Баллы	3	3	1	2
Механическая прочность	средн.	max	max	средн.
Баллы	2	3	3	2
Класс опасности	3	4	3	4
Баллы	2	1	2	1
Насыпная плотность	max	средн.	max	max
Баллы	3	2	3	3
Размер пор	min	min	min	средн.
Баллы	3	3	3	2
Стоимость	min	средн.	средн.	max
Баллы	3	2	2	1
Интегральная балльная оценка	4	3	3	3
Сумма баллов	21	20	20	15

Выполненная оценка адсорбентов показала преимущество диатомита (21 балл). Второе место разделили, среди рассмотренных адсорбентов, активированный уголь и силикагель. Третье место занял цеолит.

Регенерация рассмотренных адсорбентов

Регенерация адсорбентов является одним из основных вопросов, которые возникают при адсорбционной очистке, в особенности это касается применения дорогостоящих адсорбентов. Цели регенерации являются:

- десорбция адсорбированных веществ или деструктивное их разрушение;
- восстановление адсорбционной способности адсорбентов.

Регенерация силикагелей

Регенерацию силикагеля можно осуществлять как в промышленном масштабе, так и в химической лаборатории. Процесс регенерации включает в себя три стадии:

1. Очистка адсорбента (может не проводиться);
2. Десорбция;
3. Охлаждение адсорбента после десорбции.

В промышленных условиях процесс регенерации можно вести различными способами. В лаборатории регенерацию силикагеля проводят в сушильном шкафу при нагревании до 150–170°C в течении 3–4 часов. Но при нагревании силикагеля выше 180°C разрушаются ОН-группы на его поверхности, что приводит к резкому ухудшению его адсорбционных свойств.

Регенерация активированного угля

Регенерация активированного угля представляет собой восстановление адсорбционной способности влажного активированного угля, выделяя адсорбированные загрязнители на его поверхности.

Наиболее распространенной техникой регенерации, является тепловая регенерация. Тепловой процесс регенерации состоит из трех стадий:

1. Адсорбент высушивается приблизительно при температуре 105 °С;

2. Десорбция при высокой температуре и разложение (500–900°C) в инертной атмосфере без доступа кислорода;

3. Остаточная органическая газификация окисляющимся газом (пар или углекислый газ) при повышенных температурах (800°C).

Стадия термообработки приводит к частичному разрушению и полимеризации адсорбированной органики. Заключительный шаг стремится удалить обугленный органический остаток, сформированный в пористой структуре на предыдущей стадии и повторно выстроить пористую углеродистую структуру. В процессе тепловой адсорбции цикла регенерации 5–15 % веса слоя углерода сжигается, приводя к потере адсорбционной способности.

Регенерацию диатомита и цеолита невозможно провести в не специализированных лабораторных условиях, поэтому не представлены методы их восстановления.

Выводы

В ходе проведенного сравнительного анализа были рассмотрены наиболее современные адсорбенты по различным критериям и было выявлено, что наиболее удовлетворяющими поглотительными способностями обладает диатомит. А также, что данный адсорбент по сравнению с другими экологически и экономически выгоден для промышленного использования.

Список литературы

1. Астахов В.А., Дубинин М.М. Изучение свойств адсорбентов. — Киев, «Наукова думка», 2009 г.
2. Астахов В.А., Дубинин М.М., Романков П.Г. Основы инженерного расчета адсорбционных равновесий для микропористых адсорбентов. — М.: «Академия», 2009г.
3. Зимон А.Д. Занимательная коллоидная химия: своеобразный мир частиц. — 4-е изд., доп. и перераб. — М.: «Агар», 2002 г. — 168 с.
4. Кругляков П.М., Хаскова Т.Н. Физическая и коллоидная химия: Учеб.пособие. — М.: Высш. шк., 2005 г. — 319 с.
5. Лукин В.Д., Анцыпович И.С. Регенерация адсорбентов. — Л.: Химия, 1983 г. - 216 с.
6. Овчаренко Ф.Д., Тарасевич Ю.И., Белик Ф.А., Руденко В.М., Марции И.И. Исследование адсорбции на дисперсных минералах. — М.: «Наука», 2010г.
7. Тяглова Е.В. Исследовательская деятельность учащихся по химии. — М.: «Глобус», 2007 г.

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИИ И ЧЕРСТВЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА ДЛЯ МЕТАРЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Арет В.А., Мещанинов А.В., Байченко Л.А., Круподеров А.Ю.

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий
Механики и Оптики, Ломоносова, Российская Федерация

Аннотация: При хранении хлебобулочных изделий в обычных температурных условиях, примерно через 10 часов появляются признаки черствения, которые усиливаются со временем. Процесс этот нормируется санитарными нормами и правилами, разработанными Научно-исследовательским институтом питания РАМН, ГосНИИ хлебопекарной промышленности, Госкомсанэпиднадзором России и Медицинской Академией последипломного образования (ПрСанПиН 2.3.4.545-96). Потребитель хлеба, определяя степень черствости или свежести хлеба, исходит из органолептических свойств хлеба - физических свойств корки (гладкая твердая и хрупкая корка свежего хлеба при хранении становится мягкой, эластичной и иногда морщинистой); физических свойств мякиша (мягкий, легко сжимаемый, не крошащийся мякиш свежего хлеба в процессе хранения становится более твердым, менее сжимаемым и более крошащимся); аромата и вкуса (приятный аромат и вкус свежего хлеба при хранении постепенно утрачиваются, хлеб приобретает не характерный для свежего хлеба запах). Органолептические оценки

представляют собой нечеткие множества. Нами здесь решается задача сопоставления показателей вязкоупругого поведения хлеба, измеренных на специальном реометре и интуитивных тактильных оценок.

Ключевые слова: хранение хлеба, тактильная оценка черствости, вязкоупругость

ВВЕДЕНИЕ

Совершенно особое место в организации нашего питания занимает хлеб. Сегодня очень трудно представить себе рацион питания здорового человека без этого продукта. Хлеб – это продукт кратковременного хранения. Отсчет срока хранения начинается с момента выемки его из хлебопечи. Хлебопекарное изделие из ржаной или ржано-пшеничной муки должно быть реализовано в течение 36 часов, из пшеничной в течение 24 часов, булочек массой менее 200 г в течение 16 часов. Все потребительские и вкусовые качества хлеба наилучшим образом сохраняются при температурах 20...25 °С и влажности воздуха 75%. Несмотря на то, что процесс черствения хлеба изучается давно, сущность и механизм этого процесса не раскрыты. Многие считают, что черствение хлеба является результатом его усыхания. Однако еще 100 лет назад установлено, что хлеб черствеет в условиях, исключающих потерю влаги. Это подтверждается практикой освежения черствого хлеба – повторным прогревом его в печи. При этом хлеб теряет дополнительное количество влаги, однако мякиш его восстанавливает физические свойства присущие мякишу свежего хлеба. Специалисты фирмы ООО “Russin Bread” (<http://www.russbread.ru/.../usloviya-i-sroki-xraneniya-xleba.html/2>) предлагают следующую таблицу (Таблица №1) выдержки и срока реализации хлеба :

Таблица №1

Наименование изделий	Максимально допустимый срок выдержки на предприятии, ч	Срок реализации в торговле, ч
	14	36
<i>Хлеб из муки: ржаной обойной</i>	14	24
<i>пшеничной обойной ржано-пшеничной пшенично-ржаной</i>	14	36
<i>обойной ржаной обдирной смеси</i>	14	24
<i>ржаной и пшеничной сортовой</i>	14	36
	10	36
<i>Изделия массой более 200 г из сортовой пшеничной, ржаной сеяной муки</i>	10	24
<i>Мелкоштучные изделия массой 200 г и менее (включая булочки)</i>	6	16
<i>Упакованные изделия из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки</i>	36	—
<i>Упакованные изделия из пшеничной муки со сроком хранения 3 сут со сроком хранения 7 сут</i>	24	—
	36	—

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для исследования процессов черствения и деформации был сконструирован прибор. Принципиальная схема установки имеет вид рисунок 1.

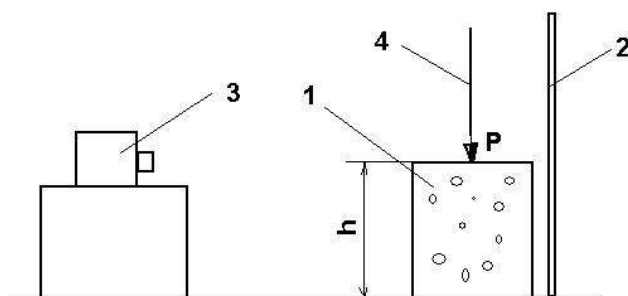


Рисунок 1. Принципиальная схема установки. 1- образец хлеба , 2 –мерная линейка, 3 – видеокамера, 4 - вектор вертикальной нагрузки.

Действительная схема установки несколько другая, сейчас находится в процессе патентования и относится к области техники, предназначенной для деформации хлебобулочных изделий с последующим измерением вязкоупругих и реологических свойств деформируемого объекта. Прибор представляет собой прочный, закрепленный на горизонтальной поверхности прямоугольный деревянный каркас. В задней части стенок каркаса просверлены два отверстия диаметром (0.70 мм). В отверстия вставлена ось, вращение оси приближено к нулю, поскольку диаметр отверстий меньше диаметра оси (0.75 мм). Сквозь ось продета металлическая планка, в которой также просверлены отверстия диаметром (0.78 мм), чтобы минимизировать трение об ось. На конец металлической планки закреплено лазерное устройство. Во фронтальной стенке каркаса до дна пропилено узкое вертикальное отверстие, чтобы луч мог свободно проходить. При включенном лазерном устройстве луч направлен на противоположную стену. Под металлическую планку при включенном лазерном устройстве помещена подпорка для определения нулевого положения проекции луча. На стене отмечено нулевое положение луча. При последующем постепенном подъеме металлической планки, по проекции луча на стене фиксировались новые положения до тех пор, пока образованной шкалы не будет достаточно для измерения вязкоупругих свойств небольшого по размеру хлебобулочного изделия. Чтобы вес металлической планки и лазерного устройства не влиял на точность измерений, был создан противовес. В качестве объекта исследований были взяты три булочки с начальной массой 40 г каждая (далее объекты №1, №2 и №3 соответственно). На момент начала опытов объектам было 3.5 часа, и масса каждого уменьшилась до 34 г. Объект №1 был измерен сразу. Он был помещен между подпоркой и металлической планкой устройства. На верхнюю часть планки был помещен груз массой 1090 г. Деформация объекта №1 фиксировалась на видеоустройство в режиме реального времени по перемещению луча лазерного устройства вдоль шкалы за определенный промежуток времени. Объект №2 оставили при комнатной температуре. Объект №3 поместили в холодильник. На следующий день объекты №2 и №3 так же были подвергнуты деформации, по результатам исследований были составлены графики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам исследований были составлены графики зависимости перемещения (H) от времени (t) для всех трех объектов.

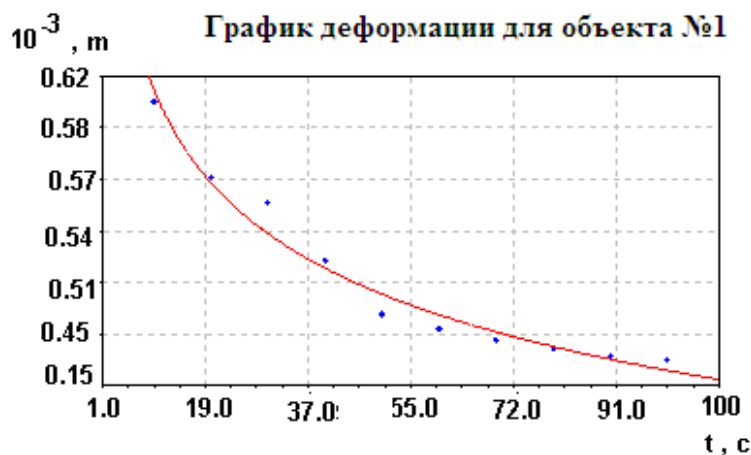


Рисунок 2.

Как видно на графике, объект №1 обладал сильной, ярко-выраженной деформацией. Объекту №1 на момент исследования было 3.5 часа, следовательно, процесс черствения не значительно повлиял на вязкоупругие свойства объекта.

Эмпирическая формула для данного графика имеет следующий вид:

$$H = at^b \quad (1)$$

Где эмпирические коэффициент $a = 8,1$ и $b = -1,2$

Коэффициент корреляции $r = 0,98$, среднеквадратичное отклонение $H = 0,008$

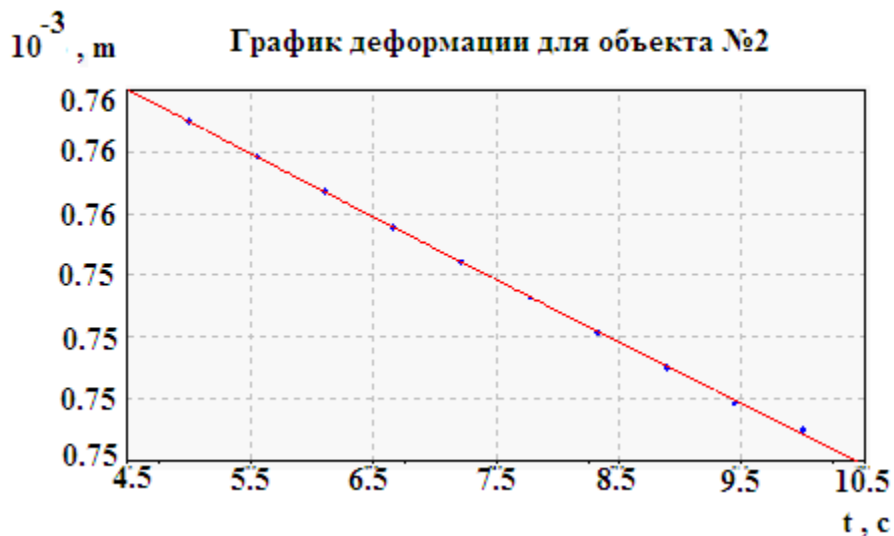


Рисунок 3.

Исходя из данного графика, можно сделать вывод, что деформация у объекта №2 практически отсутствовала. На момент эксперимента объекту №2 было 28.5 часов. За это время масса объекта №2 уменьшилась с 34 г до 30 г. Хранение при комнатной температуре усилило черствение таким образом, что объект №2 практически утратил вязкоупругие свойства. Эмпирическая формула для данного графика имеет следующий вид:

$$H = ae^{\frac{b}{t}} \quad (2)$$

где $a = 7,46$ $b = 7,94$

Коэффициент корреляции $r = 1$, Среднеквадратичное отклонение $H = 0$

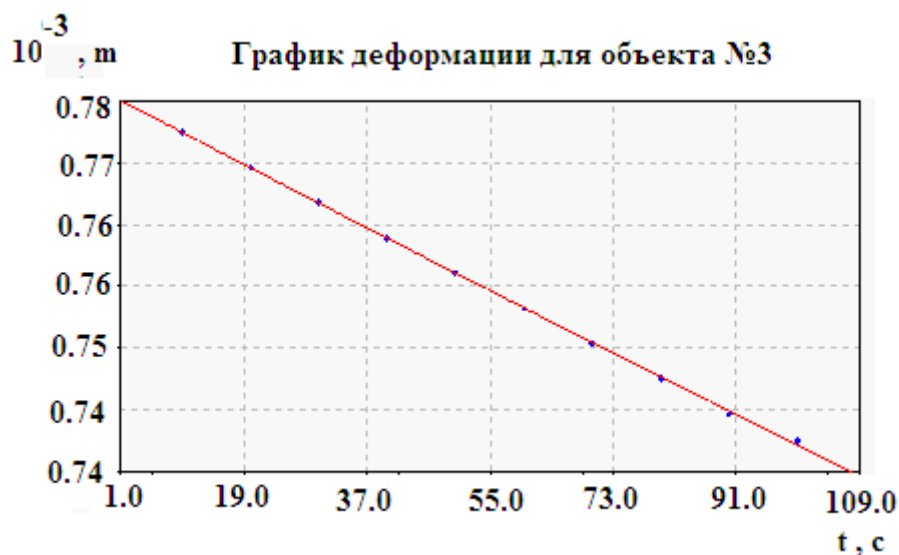


Рисунок.4

Данный график демонстрирует незначительную и плавную деформацию. Объекту №3, так же как и объекту №2 на момент эксперимента было 28.5 часов. Однако, поскольку объект №3 хранился в холодильнике, он не утратил своих вязкоупругих свойств.

Эмпирическая формула для данного графика имеет следующий вид:

$$H = ae^{bt} \quad (3)$$

где $a = 7,79$ $b = -5,21$

Коэффициент корреляции $r = 0,99$, Среднеквадратичное отклонение $H = 0$

Полученные экспериментальные данные с подробным описанием объектов были занесены в таблицы.

Таблица № 2. Результаты измерений

№ опыта	t(c)	H(мм)	Описание состояния объекта (№ объекта, свойства и время хранения)
1	100	0,368	Объект №1 (вес 34 г, время хранения 3.5 ч)
2	10	0,012	Объект №2 (вес 30 г, время хранения 28.5 ч при комнатнойт)
3	100	0,098	Объект №3 (вес 34 г, время хранения 25 ч в холодильнике, 3.5 ч на производстве)

Таблица № 3. Подробное описание объектов

№ объекта	Полное описание (вид, хим. состав, время хранения, технология производства)	Вес до	Вес после

1	Булочка 40 г Время хранения 3.5 ч Хим. состав: масло раст. 0.00054 л сах. песок 0.00054 кг вода 0.01620 л дрожжи 0.00072 кг смесь грантомакс 0.00004 соль 0.02700 кг мука 0.02700 кг итог: 0.04563	34	34
2	Булочка 40 г Время хранения 28.5 ч при комнатной	34	30
3	Булочка 40 г Время хранения 25 ч в холодильнике, 3.5 ч на производстве	34	34

Для определения вязкоупругих свойств всех объектов был проведен тактильный опыт. В опыте приняли участие трое дегустаторов, которым было предложено оценить качество и степень свежести объектов по пятибалльной шкале. Пять, как мягкий и свежий, обладающий реверсивной деформацией объект. Ноль, как черствый и не свежий, у которого деформация практически отсутствует. Каждый дегустатор по очереди давал оценку всем объектам. По результатам опыта, дегустаторы частично разошлись во мнениях относительно состояния объектов №1 и №3, но единогласно сошлись, относительно объекта №2, признав его наиболее черствым, несвежим и утратившим способность к деформации. Полученные результаты были занесены в таблицу 4.

Таблица № 4 Результаты тактильного опыта

№ объекта	Дегустаторы		
	1	2	3
	Оценки качества		
1	4	5	5
2	0	0	0
3	2	3	3

Заключение

Опыты на разработанном приборе позволяют сопоставить нечеткие тактильные ощущения потребителя хлеба с определенными приборными четкими показателями вязкоупругости хлебобулочных изделий, а также разрабатывать предложения по улучшению технологии и процессов производства и хранения хлебобулочных изделий

Список литературы

1. Андреев А.Н., Колодязная В.С. Байченко Л.А., Психореологические свойства хлеба «ВИТАМЕТ» // Процессы и аппараты пищевых производств. 2011. №1.

2. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции: Учебное пособие / В. А. Арет, Б. Л. Николаев, Л. К. Николаев. СПб.: ГИОРД, 2007. 537 с.
3. Арет В.А., Николаев Б.Л., Забровский Г.П., Николаев Л.К. Реологические основы расчета оборудования производства жиросодержащих пищевых продуктов.- СПб.: СПбГУИПТ, 2004.-343 с.
4. Байченко Л. А. Автореферат «Разработка технологий пищевых продуктов на растительной основе повышенной биологической ценности для профилактики вредного воздействия фенола и анилина» Специальность 05.18.07 - Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ . Санкт-Петербург.- 2011 г.- с.16
5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 165 с.
6. Колодязная В.С., Байченко Л.А. Исследование реологических свойств в процессе черствения хлебобулочных изделий с добавлением микронутриентов // Процессы и аппараты пищевых производств. 2011. №2.
7. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М.: Наука, 1981. 208 с.
8. Ребиндер П.А.. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика.- М.:Изд. «Наука», 1979.- 384 с.
9. Рейнер М. Деформация и течение.-М.: Изд-во нефтяной и горнотопливной промышленности, 1963.- с.381

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)

АСИНХРОННЫЙ ПУСК СИНХРОННОЙ МАШИНЫ С ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

Абдулкадыров А.И., Рустамов Р.М.

(Абдулкадыров А.И., доктор технических наук, профессор Азербайджанского Государственного
Университета Нефти и Промышленности, г. Баку;
Рустамов Р.М., инженер ЗАО Каспийское Морское Судоходство,
Каспийский Морской Нефтяной Флот)

ASYNCHRONOUS STARTING OF SYNCHRONOUS MACHINES WITH DIRECT AND QUADRATURE AXES EXCITATION

Abdulkadirov Abdula, Rustemov Ramiz

(Abdulkadirov Abdula, Doctor of Science, professor of Azerbaijan State Oil and Industry University;
Rustemov Ramiz, "Azerbaijan Caspian Shipping" Closed Joint-Stock Company, Caspian Sea Oil Fleet)

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследования асинхронного пуска синхронных машин с продольно-поперечным возбуждением. Показаны особенности такого пуска и даны рекомендации по улучшению его показателей.

ABSTRACT

To give results of research asynchronous starting of synchronous machines with direct and quadrature axes excitation. Show of uniqueness of such starting and give recommendation of improvement its undices.

Ключевые слова: синхронные машины с продольно-поперечным возбуждением, асинхронный пуск, рекомендации по улучшению.

Key words: synchronous machines with direct and quadrature axes excitation, asynchronous starting, recommendation of improvement.

В синхронной машине (СМ) с продольно-поперечным возвождением на продольную (основную) обмотку возбуждения (ООВ), конструкция которой сохраняется неизменной, возлагается функция создания рабочего магнитного поля. Поперечная обмотка возвождения (ПОВ) в явнополюсной СМ размещается вместо пусковой обмотки с ориентацией н.с. по поперечной оси. Она выполняет дополнительные регулирующие функции [1,2].

Указанное выполнение ПОВ является наиболее целесообразным, так как при этом конструкция ротора стандартной машины сохраняется практически неизменной. Однако, с другой стороны, оно оказывает отрицательное влияние на пусковые характеристики СМ.

Впервые вопрос пуска СМ нового типа был рассмотрен в [3]. В указанной работе асинхронный пуск СМ рассматривался в рамках квазистационарной модели. Однако во многих случаях важно знать переходные токи и моменты при включении СМ.

В данной работе, в отличие от указанной, пуск рассматривается как на базе стационарной модели, так и по полным уравнениям Парка-Горева, результаты которых затем сравниваются.

Ниже на базе квазистационарной модели показано, что определенное улучшение дает применение прямого пуска в сочетании с оптимизацией асинхронной моментной характеристики путем подбора или регулирования пусковых сопротивлений, подключаемых к зажимам обмоток возбуждения на период пуска.

В частности установлено, что при кратностях пусковых сопротивлений

$$K_{nd} = 0.5T'_d - 1; \quad K_{nq} = 0.5T'_q - 1 \quad (1)$$

где T'_d и T'_q - постоянные времени в эл. рад.^{*}, средний асинхронный момент принимает максимальное значение, равное

$$m_{аср.макс} = 0.8(M'_d + M'_q) = \frac{U^2}{5} \left(\frac{x_d - x'_d}{x_d x'_d} - \frac{x_q - x'_q}{x_q x'_q} \right) \quad (2)$$

где M'_d и M'_q - максимальные значения составляющих моментов.

Однако этот результат не может быть реализован на практике, так как допустимые (по напряжению системы возбуждения) значения кратностей пусковых сопротивлений значительно меньше, чем указанные выше.

Если пусковые сопротивления регулировать в функции скольжения по законам:

$$r_{nd} = (ST'_d - 1)r_{fd}; \quad r_{nq} = (ST'_q - 1)r_{fq} \quad (3)$$

то на протяжении всего процесса пуска можно иметь максимальный момент:

$$m_a = m_{макс} = M'_d + M'_q = \frac{U^2}{4} \left(\frac{x_d - x'_d}{x_d x'_d} - \frac{x_q - x'_q}{x_q x'_q} \right) \quad (4)$$

Плавное регулирование пусковых сопротивлений из-за значительного усложнения системы управления представляется нецелесообразным.

Ближкие результаты можно получить приступенчатом однократном изменении пускового сопротивления поперечной обмотки, сохраняя пусковое сопротивление другой обмотки постоянным. В этом случае алгоритм будет следующим:

$$r_{nq} = \begin{cases} r_{nd} = \langle r_{nd} \rangle = const; \\ \langle r_{nq} \rangle = const, S_n < S \leq 1; \\ 0, \quad 0 < S \leq S_n, \quad S_n = (1/T'_q \sqrt{1 + \langle K_{nq} \rangle}) \end{cases} \quad (5)$$

где S_n -скольжение, при котором осуществляют переключение; $\langle \rangle$ -обозначение допустимых значений.

Применение этого простого алгоритма позволяет формировать приемлемые асинхронные моментные характеристики при сравнительно большем, чем в обычной СМ, входном моменте, улучшающем условия синхронизации и самозапуска.

Известно, что наличие в цепи обмотки возбуждения диодов приводит к появлению постоянной составляющей в токе этой обмотки и, как следствие, тормозного момента при асинхронном пуске [4].

Такое состояние обмотки возбуждения может иметь место в случае бесщётной системы возбуждения обычной СМ при обрыве симметрирующей цепочки, подключаемой к зажимам обмотки возбуждения. На практике такие случаи возникают довольно часто.

Здесь исследуется наиболее возможный на практике СМ новой конструкции случай, когда ООВ питается через диодный выпрямитель, а ПОВ-через тиристорный выпрямитель.

Этот случай интересен также тем, что в такой машине из-за отсутствия пусковой обмотки, оказывающей существенное экранирующее действие на обмотку возбуждения, процессы будут протекать иначе, чем в стандартной СМ.

Целью рассмотрения этого вопроса является подтвердить или опровергнуть существующее мнение о значительном отрицательном влиянии постоянной составляющей тока в обмотке возбуждения на процесс пуска. Тем более, рассмотрение данного вопроса актуально для машины новой конструкции, в которой пусковая обмотка отсутствует.

*- Здесь и далее все величины выражены в относительных единицах, причем $U=1,0$ о.е.

Постоянная составляющая тока ООВ определена по методу [4]:

$$i_{fdo} = i_{fdm} \sin \alpha_d, \quad (6)$$

где i_{fdm} -амплитуда тока ООВ в установившемся асинхронном режиме; α_d – угол, зависящий от кратности пускового сопротивления.

В СМ с продольно-поперечным возмущением из-за отсутствия пусковой обмотки:

$$i_{fdm} = Sx_{ad} / \sqrt{(r_{fd} + \Delta r_{fd})^2 x_{ad}^2 + S^2 (x_{fd}x_d - x_{ad}^2)^2} \quad (7)$$

где Δr_{fd} – дополнительное сопротивление в цепи ООВ, остальные обозначения-общепринятые.

При симметричной цепи ООВ, то есть отсутствии диодов,

$$\Delta r_{fd} = K_{nd} r_{fd} \quad (8)$$

-пусковое сопротивление ООВ с кратностью K_{nd} .

При наличии диодов

$$\Delta r_{fd} = K_{nd} r_{fd} \left(\frac{1}{2} - \frac{\sin 2\alpha_d}{2\pi} - \frac{\alpha_d}{\pi} \right) \quad (9)$$

где α_d и K_{nd} связаны между собой следующим образом

$$\alpha_d + ctg \alpha_d = \pi(K_{nd} + 2)/2K_{nd} \quad (10)$$

Полученные результаты позволяют сделать важный вывод о том, что при скольжениях 1, ..., 0,05 и параметрах СМ средней и большой мощности

$$(r_{fd} + \Delta r_{fd})^2 x_{ad}^2 \ll S^2 (x_{fd}x_d - x_{ad}^2)^2$$

и поэтому

$$i_{fdm} = x_{ad} / (x_{fd}x_d - x_{ad}^2)$$

$$i_{fdo} = x_{ad} \sin \alpha_d / (x_{fd}x_d - x_{ad}^2) \quad (11)$$

то есть амплитуда тока ООВ и его постоянная составляющая в установившемся асинхронном режиме не зависят от скольжения и, при прочих равных условиях, существенно превосходят соответствующие величины в СМ обычной конструкции.

Тормозной момент, обусловленный постоянной составляющей тока ООВ, оказался больше, чем в обычной СМ (к примеру, для двигателя ДСЗ 2116-16 в 4 раза). Более того, тормозной момент оказался больше, чем средний асинхронный момент, что делает разгон машины невозможным.

Кроме того, постоянная составляющая тока в ООВ создает момент, изменяющейся с частотой скольжения, амплитудное значение которого

$$m_{en} = i_{fdo} x_{ad} / x_d \quad (12)$$

в установившемся асинхронном режиме не зависит от скольжения. Среднее значение его равно нулю, поэтому на продолжительность пуска он не оказывает влияния. Однако, учет этого момента представляется необходимым, так как он может быть причиной возникновения резонансных явлений в электроприводе.

Выше процесс пуска рассматривался как квазистационарный. Однако, такая модель дает неточную информацию, кроме того во многих случаях важно знать переходные токи и моменты при включении СМ.

Исследование переходных процессов при асинхронном пуске выполнено на основе полных уравнений Парка-Горева с допущениями, общепринятыми для этой системы. Ниже представлены наиболее важные результаты расчетов, выполненных, в частности, для двигателя ДСЗ 2116-16. Рассматривался пуск двигателя обычной конструкции через реактор ($x_p=0,102$ о.е.) и двигателя новой конструкции без реактора. Длительность пуска в первом случае составила 3718 рад., во втором - 3516 рад. Начальный пусковой ток 3,06 и 3,36 о.е. соответственно. Максимальное значение тока в ООВ 1,85 и 3,62 о.е., причем во втором случае установившееся значение этого тока (2,1 о.е.) оставалось неизменным вплоть до $S=0,05$. Для двигателя с ПОВ характерно также увеличение составляющей электромагнитного момента, изменяющейся с двойной частотой скольжения. Наличие диодов в цепи ООВ привело к появлению в токе возбуждения постоянной составляющей соответственно 0,54 и 1,2 о.е. и составляющей момента, изменяющейся с частотой скольжения, величина которого устанавливается в обоих случаях примерно через 200 рад.с начала пуска. Влияние тормозного момента оценивалось по длительности пуска по сравнению со случаем отсутствия диодов. Отмечено, что время разгона увеличивается, но незначительно (250 рад).

Таким образом, вывод о невозможности пуска из-за тормозного момента, сделанный на основе данных установившегося асинхронного режима, полностью опровергается. Физически это объясняется так. Критическое скольжение тормозного момента ($S_{кт}=1-(r_a/x_d)$) для крупных машин весьма близко к 1 ($S_{кт}\approx 0,99$). За время, которое машина достигает $S_{кт}$, переходные процессы еще не успевают затухнуть и возникшие в этот период значительные переходные моменты дают возможность машине преодолеть тормозной момент. Последний, достигнув своего максимума, быстро идет на спадание.

В этой связи существовавшее ранее мнение о значительном отрицательном влиянии постоянной составляющей тока возбуждения на процесс пуска следует отнести к машинам малой и в ряде случаев средней мощности со сравнительно большим активным сопротивлением обмотки якоря [5].

Список литературы

1. Соколов Н.И., Каспаров Э.А. повышение использования синхронных компенсаторов в режимах потребления реактивной мощности. Электричество, №3, 1971.
2. А.с. №729809 (СССР). Система возбуждения синхронного компенсатора. /Абдулкадыров А.И., Расулов М.М. Опубл. В Б.И., №15, 1980
3. Абдулкадыров А.И., Расулов М.М. К расчету пусковых характеристик синхронных машин с продольно-поперечным возбуждением.// Электротехника, 1984, №8.
4. Федоров В.Ф. Метод расчета колебаний тока мощной бесщёточной синхронной машины при асинхронном пуске. Электричество №5, 1975
5. Абдулкадыров А.И., Рустамов Р.М. Математическое моделирование в электромеханике. LAP LambertAcademicPublishing. 2015

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Бутаков В.М., Баязитов В.О., Дудкин И.М.

КГЭУ, РФ, г. Казань

Для решения задач проектирования электроприводов (ЭП) широко применяют моделирующую программу MATLAB, которая значительно упрощает анализ типовых динамических моделей ЭП и синтез последовательных корректирующих устройств в ЭП, построенных по принципу систем подчиненного регулирования.

Одним из методов синтеза регулятора положения является синтез с применением ЛЧХ на основе критерия динамической точности системы при воспроизведении задающего гармонического воздействия.

Этот метод получил широкое применение при решении задач проектирования благодаря высокой степени наглядности и удобству интерпретации результатов вычислений.

Для обеспечения точности воспроизведения задающего гармонического воздействия

$$\alpha_3 = \alpha_{3\max} \sin(\omega_3 t) \quad (1)$$

необходимо, чтобы низкочастотная асимптота желаемой ЛЧХ проходила не ниже контрольной точки A_k (рис. 1). Ордината $L(\omega_3)$ контрольной точки на известной частоте ω_3 задающего воздействия будет зависеть от ошибки

$$\Delta\alpha(s) = \frac{1}{1+W(s)} \cdot \alpha_3(s), \quad (2)$$

где $W(s)$ - передаточная функция скорректированного ЭП.

При гармоническом входном сигнале (1) максимальная ошибка определится из формулы (2)

$$\Delta\alpha_{\max} = \left| \frac{1}{1+W(j\omega_3)} \right| \alpha_{3\max}.$$

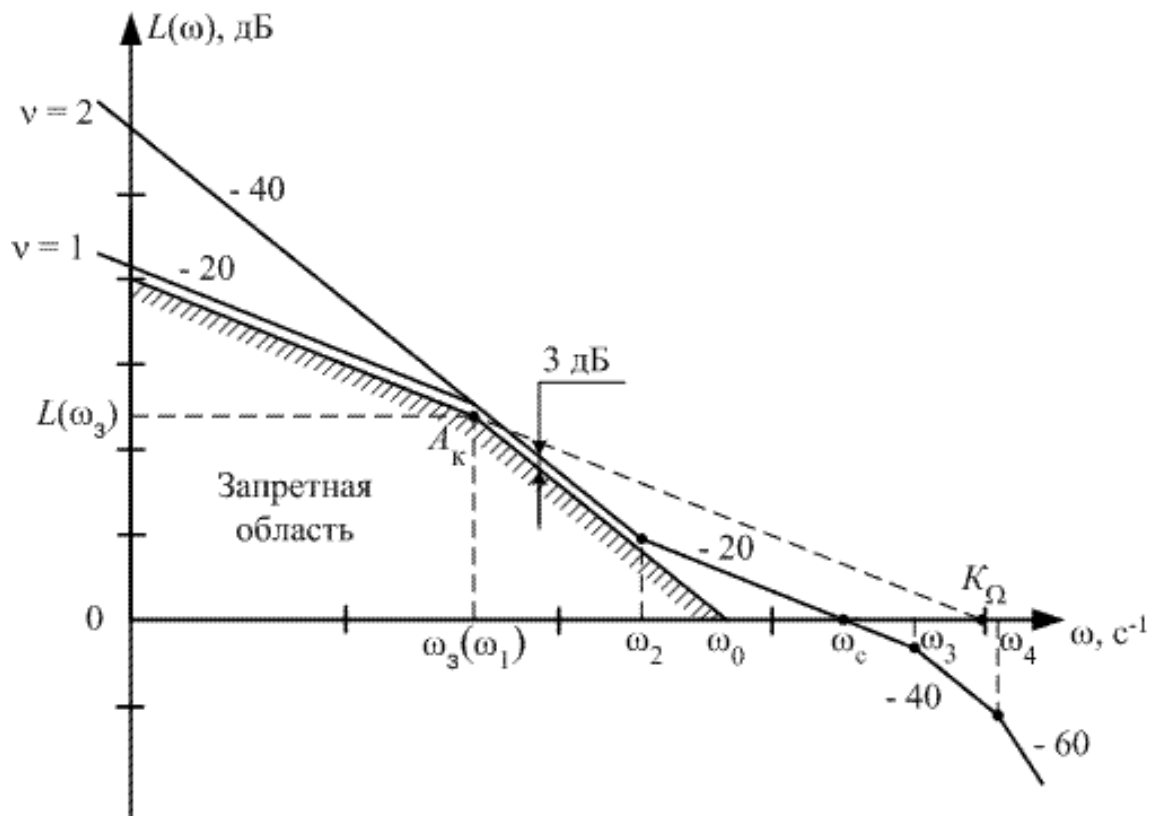


Рис. 1. Запретная область для астатических систем

В зоне рабочих частот $W(j\omega_3) \gg 1$, поэтому $\Delta\alpha_{\max} = \left| \frac{1}{W(j\omega_3)} \right| \alpha_{3\max}.$

откуда находим

$$L(\omega_3) = 20 \lg |W(j\omega_3)| = 20 \lg \left(\frac{\alpha_{3\max}}{\Delta\alpha_{\max}} \right). \quad (3)$$

Выражение (3) может быть преобразовано, если заданы максимальные значения угловой скорости Ω_{\max} и углового ускорения ε_{\max} .

При воспроизведении задающего воздействия (1) изменение угловой скорости и ускорения исполнительного вала ЭП определяются через соответствующие производные

$$\begin{aligned}\dot{\alpha} &= \omega_3 \alpha_{3\max} \cos(\omega_3 t) = \Omega_{\max} \cos(\omega_3 t); \\ \ddot{\alpha} &= -\omega_3^2 \alpha_{3\max} \sin(\omega_3 t) = -\varepsilon_{\max} \sin(\omega_3 t).\end{aligned}$$

Тогда координаты контрольной точки A_k вычисляются по формулам

$$\omega_3 = \frac{\varepsilon_{\max}}{\Omega_{\max}}; L(\omega_k) = 20 \lg \left(\frac{\Omega_{\max}^2}{\varepsilon_{\max} \Delta \alpha_{\max}} \right).$$

Линии, образующие «запретную область» (см. рис. 1) получаются следующим образом. Если зафиксировать значение Ω_{\max} , а амплитуду углового ускорения ε_{\max} уменьшать, то контрольная точка A_k будет перемещаться влево от частоты ω_3 по прямой с наклоном -20 Дб/дек. Если же зафиксировать значение ε_{\max} и уменьшать амплитуду угловой скорости Ω_{\max} , то контрольная точка A_k будет перемещаться вправо от частоты ω_3 по прямой с наклоном -40 Дб/дек. Точка пересечения этой прямой с осью частот называется базовой частотой и вычисляется по формуле

$$\omega_0 = \sqrt{K_\varepsilon}, \quad (4)$$

где $K_\varepsilon = \sqrt{2} \frac{\varepsilon_{\max}}{\Delta \alpha_\varepsilon}$ – коэффициент передачи системы по ускорению;

$\Delta \alpha_\varepsilon$ – максимальное значение ошибки по ускорению.

Точка пересечения прямой с наклоном -20 Дб/дек с осью частот соответствует частоте, равной коэффициенту передачи системы по скорости

$$K_\Omega = \sqrt{2} \frac{\Omega_{\max}}{\Delta \alpha_\Omega}, \quad (5)$$

где $\Delta \alpha_\Omega$ – максимальное значение ошибки по скорости.

Таким образом, повышение точности отработки задающего воздействия обеспечивается коэффициентом передачи системы, что, в свою очередь, может привести к уменьшению запасов устойчивости и к увеличению числа колебаний переходного процесса. Колебательность системы оценивается *показателем колебательности*, который вычисляется по формуле

$$M = \left| \frac{\Phi(j\omega)}{\Phi(0)} \right|,$$

где $\Phi(j\omega) = \frac{W(j\omega)}{1 + W(j\omega)}$ – передаточная функция замкнутой системы.

В общем случае показатель колебательности должен лежать в пределах $M = 1,1 \div 1,5$. В следящих электроприводах с целью демпфирования процесса слежения требования к показателю колебательности ограничивают до величины $M = 1,1 \div 1,3$.

Рассмотрим порядок синтеза регулятора положения (РП) с применением моделирующей программы в следящем ЭП.

Сформулируем основные этапы синтеза.

1. Обоснование структуры и расчёт параметров желаемой передаточной функции $W_{\text{ж}}(s)$ ЭП.

2. Определение динамической модели неизменяемой части ЭП и преобразование передаточной функции $W_H(s)$ для моделирования.

3. Составление алгоритма структурных преобразований по формуле

$$W_{\text{рп}}(s) = W_{\text{ж}}(s) / W_H(s) \text{ и построение ЛАЧХ РП.}$$

4. Определение по ЛАЧХ структуры РП и расчёт параметров передаточной функции РП.

5. Моделирование ССДМ ЭП с синтезированным РП и проверка соответствия полученных результатов техническим требованиям задания.

На первом этапе, при формировании желаемой передаточной функции $W_{\text{ж}}(s)$ необходимо исходить из требований к точностным характеристикам и динамическим показателям ЭП, которые сформулированы в техническом задании.

При разработке следящего ЭП с астатизмом второго порядка ($\nu = 2$) желаемая передаточная функция будет иметь вид

$$W_{\text{ж}}(s) = \frac{K_{\varepsilon}(T_{1\text{ж}}s + 1)}{s^2(T_{2\text{ж}}s + 1)}. \quad (6)$$

Низкочастотный участок желаемой ЛАХ $L_{\text{ж}}(\omega)$ пройдёт через контрольную точку A_k с наклоном -40 Дб/дек и пересечёт ось частот на базовой частоте ω_0 (см. рис. 1). Протяжённость среднечастотного участка желаемой ЛАХ зависит от постоянных времени $T_{1\text{ж}}$ и $T_{2\text{ж}}$, которые рассчитываются по формулам

$$T_{1\text{ж}} = \frac{1}{\omega_0} \cdot \sqrt{\frac{M}{M-1}}; \quad T_{2\text{ж}} = \frac{\sqrt{M(M-1)}}{\omega_0(M+1)}. \quad (7)$$

При разработке следящего ЭП с астатизмом первого порядка ($\nu = 1$) желаемая передаточная функция будет иметь вид

$$W_{\text{ж}}(s) = \frac{K_{\Omega}(T_{2\text{ж}}s + 1)}{s(T_{1\text{ж}}s + 1)(T_{3\text{ж}}s + 1)}. \quad (8)$$

Первый участок желаемой ЛАХ $L_{\text{ж}}(\omega)$, соответствующий передаточной функции (8) будет иметь наклон -20 Дб/дек (см. рис. 1). Поэтому на частоте $1/T_{1\text{ж}}$ график $L_{\text{ж}}(\omega)$ системы с астатизмом первого порядка будет иметь излом, который желательно иметь в контрольной точке A_k . Для того чтобы система с передаточной функцией (8) имела максимальный запас по фазе, необходимо, чтобы соответствующая частота ω_M , значительно превышала первую частоту сопряжения желаемой ЛАХ, т.е.

$$\omega_M \gg 1/T_{1\text{ж}}. \quad (9)$$

Частота, соответствующая максимальному запасу по фазе, зависит от протяжённости среднечастотного участка желаемой ЛАХ h и рассчитывается по формуле

$$\omega_M = \frac{1}{T_{3\text{ж}} \cdot \sqrt{h}}, \text{ где } h = \frac{M+1}{M-1}.$$

Если условие (9) выполняется, то расчёт постоянных времени $T_{2\text{ж}}$ и $T_{3\text{ж}}$ в выражении (8) производится по формулам

$$T_{2\text{ж}} = \frac{1}{\omega_0} \cdot \sqrt{\frac{M}{M-1}}; \quad T_{3\text{ж}} = \frac{\sqrt{M(M-1)}}{\omega_0(M+1)}. \quad (10)$$

На втором этапе необходимо получить динамическую модель неизменяемой части ЭП в виде, удобном для моделирования. Неизменяемая часть ЭП представляет собой произведение передаточных функций замкнутого контура скорости ($\Phi_{\text{КС}}(s)$), редуктора ($1/s$) и датчика положения ($K_{\text{дп}}$).

Так как контур скорости настроен на оптимум по модулю, то передаточная функция замкнутого контура может быть записана в виде

$$\Phi_{\text{КС}}^{\text{ом}}(s) = \frac{T_{\text{П}} s + 1}{K_{\text{П}} \left[2(T_{\Sigma}^{\text{КС}} s)^2 + 2T_{\Sigma}^{\text{КС}} s + 1 \right]}. \quad (11)$$

Содержание третьего этапа зависит от того, какое решение принято о структуре желаемой передаточной функции $W_{\text{Ж}}(s)$.

На четвертом этапе составляется алгоритм структурных преобразований в соответствии с формулой

$$W_{\text{рп}}(s) = \frac{W_{\text{Ж}}(s)}{W_{\text{Н}}(s)} \quad (12)$$

и определяются ЛАЧХ регулятора положения. На этом этапе производится аппроксимация асимптотами полученных ЛАЧХ, определяется структура и рассчитываются параметры регулятора положения.

На последнем этапе исследуется полная динамическая модель синтезированного ЭП при различных типовых воздействиях с целью подтверждения правильности расчётов и проверки соответствия полученных результатов техническим требованиям задания.

Список литературы

1. Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Медведев Г.М. Основные этапы проектирования электроприводов // Развитие технических наук в современном мире: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. – Воронеж, 2015. – С. 180–183.
2. Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Медведев Г.М. Способы улучшения качества регулирования // Новые технологии и проблемы технических наук: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. – Красноярск, 2016. – С. 159–163.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ

Сафонов А.С.

ФГБОУ ВПО Московский политехнический университет, РФ, г. Москва

Многочисленные исследования и конструкторские разработки линейных электродвигателей для привода различных сельскохозяйственных механизмов [2 – 5, 7] обосновывают целесообразность применения ЛАД. Однако широкого применения они не находят, что объясняется большим многообразием конструкций сельскохозяйственных машин, спецификой проектирования линейного двигателя под конкретную машину, а также осторожным отношением производителей и потребителей сельхозоборудования к новому (для сельского хозяйства) виду электродвигателя.

Линейные двигатели производятся серийно и широко представлены на мировом и российском рынке практически всеми известными производителями сервоприводов и систем управления: Baumuller (BAUMULLER Nurnberg GmbH, Германия), Boschrexroth (Германия), Siemens (Siemens AG, Германия), Dunkermotoren (Германия), Faulhaber (Германия), SEW-Eurodrive (Германия), Rodriguez GmbH (Германия), FANUC Corporation (Япония), Yaskawa (Япония), Mitsubishi electric (Япония), Nippon Pulse Company (NPC, Япония), Orientalmotor (Япония), JMC Hillstone (Япония), Sodick (Япония), Parker Hannifin Corp. (США), Ametec Inc. (США), Baldor (США), Nitek linear motors (Италия), Israel Aerospace Industries (IAI, Израиль),

NTI AG (Швейцария), Etel (Швейцария), Motion Control Products Ltd. (Англия), HIWIN Technologies Corp. (Тайвань), PVA Systems (Сингапур), ChangshaEPOCH NC Machine Tool Co., Ltd (Китай), ООО «Рухсервомотор» (Белоруссия).

Широкое развитие электрической сети переменного тока определяет целесообразность применения линейных электродвигателей переменного тока – плоских асинхронных (ЛАД) и синхронных (ЛСД), цилиндрических (ЦЛАД, ЦЛСД), а также конструктивной разновидности ЛАД – дугостаторных асинхронных двигателей (ДАД), применяемых для получения вращательного движения рабочего органа машины с низкой частотой вращения.

Большинство производителей ориентированы на производство плоских ЛСД и ЦЛСД с постоянными магнитами, что объясняется большей однородностью и равномерностью создаваемого тягового усилия, простотой конструкции, приемлемыми энергетическими показателями.

Важными потребительскими свойствами применимо к сельскому хозяйству являются: простота конструкции, ремонта и технического обслуживания, энергоэффективность, надежность, стоимость.

Линейный электродвигатель содержит первичную часть (статор, индуктор) и вторичную часть (бегун, слайдер, ротор), разделенные воздушным зазором. При этом одна из частей совершает линейное перемещение относительно другой (в ДАД цилиндрический ротор вращается внутри дуги статора). Конструкция линейного электродвигателя проста, в ней почти нечему ломаться, т.к. первичный элемент – это сердечник из электротехнической стали с обмоткой переменного тока, а вторичный элемент – стальная рейка с наклеенными под определенным углом (для повышения плавности движения) высокоэнергетическими магнитами из сплава NdFeB. Поскольку подвижная часть линейного двигателя жестко закреплена на рабочем органе машины, то тяговое усилие передается без трения, а, следовательно, без износа элементов двигателя. Это повышает долговечность, сокращает сроки и увеличивает интервалы межсервисного обслуживания, снижает стоимость содержания оборудования.

Принцип работы линейных электродвигателей аналогичен электродвигателям традиционной конструкции, что позволяет применять известные способы регулирования координат электропривода [1, 6].

В [8, 9] рассмотрены варианты повышения энергоэффективности сельскохозяйственного оборудования за счет применения энергоэффективных электродвигателей, а также линейных двигателей. Существующие международные стандарты регламентируют КПД электродвигателей вращательного движения нормальной конструкции и не распространяются на линейные электродвигатели. Вследствие разомкнутой конструкции магнитопровода и сложного протекания энергетических процессов линейные электродвигатели имеют достаточно низкий КПД (0,4...0,8), что далеко от стандартов энергоэффективности. Поэтому повышение энергоэффективности электрооборудования в данном случае возможно только за счет исключения потерь в механических передачах, а также за счет снижения установленной мощности электродвигателя. Следовательно, эффективность применения линейного двигателя тем выше, чем сложнее кинематическая схема заменяемого базового варианта привода. Поэтому даже при высоком КПД приводного двигателя обычной конструкции КПД привода с механическими преобразователями движения будет сопоставим с КПД линейного двигателя. В [10] указано, что требуемая мощность ДАД составляет 0,4...0,9 мощности заменяемого им обычного АД.

На долю эксплуатационных отказов общепромышленных двигателей нормальной конструкции приходится 50% всех отказов, из них: 85% - отказы обмоток статора, 8% - подшипниковый узел, 7% - другое. В конструкции линейных двигателей отсутствуют подшипники, поэтому о надежности линейного электродвигателя можно судить по надежности его обмотки, которая не отличается от обмотки обычного электродвигателя переменного тока.

Основным фактором, определяющим срок службы изоляции обмотки, является тепловое старение, поэтому важным этапом проектирования или выбора электродвигателя для конкретного привода является нагрев в рабочем режиме. Нагрев электродвигателя зависит от многих факторов: режима работы, характера изменения нагрузки, частоты включений, характера протекания переходных процессов. Специфика работы линейных электродвигателей состоит в ограниченных рабочих ходах, а также частых остановках и реверсах. Исключение составляют линейные электродвигатели конвейеров, тяговых транспортных средств, линейные электродвигатели для получения вращательного движения, а также ДАД. Низкий КПД линейных двигателей является следствием значительных электрических потерь и потерь в стали сердечника, ухудшающих тепловой режим.

Следует учитывать также негативное влияние высоких температур в сочетании с высокой влажностью, которая сопровождает многие процессы переработки сельхозпродукции, на постоянные

магниты. Срок службы постоянных магнитов составляет 15...30 лет, однако вибрации, склонность к коррозии при повышенной влажности и размагничивание при температурах 150° С и выше (в зависимости от марки) могут уменьшить его до 3..5 лет.

В ЛСД плоской конструкции теплоотвод затруднен и температура в рабочем режиме может достигать 100 °С даже при наличии системы охлаждения.

При воздушной системе охлаждения ЛСД серии SL2 фирмы SEW-Eurodrive [11] ЛСД встраивается в монтажно-охлаждающую платформу (радиатор), а для повышения интенсивности теплоотвода применяется принудительное охлаждение вентиляторами. Область применения ЛСД с вентиляторами ограничена степенью защиты IP54 (пылезащищенное, что соответствует большинству применений в сельском хозяйстве), а без вентиляторов может соответствовать IP65.

Жидкостная система охлаждения (серия 1FN3 фирмы Siemens [12]) эффективнее воздушной, но значительно сложнее, что удорожает ЛСД. Она состоит из первичной части с основным радиатором, дополнительного прецизионного радиатора направленного охлаждения и охлаждающих контуров вторичной части. В качестве охлаждающей жидкости применяется вода с антикоррозионными добавками. Известны конструкции с масляным охлаждением, отличающиеся высокой эффективностью и надежностью. Температура окружающей среды должна находиться в пределах 35 °С. При повышении температуры необходимо снижать тяговое усилие ЛСД, поэтому его величина при жидкостном охлаждении в два раза больше, чем при воздушном.

В случае с ДАД при вращающемся вторичном элементе в виде полого ротора или диска в каждый данный момент в магнитном поле дугового статора находится лишь часть вторичного элемента, ограниченная центральным углом α^* дуги, которая выделяет теплоту, равную потерям энергии. Остальная часть вторичного элемента $(1-\alpha^*)$, обеспечивает отвод теплоты. При полом цилиндрическом вторичном элементе (роторе) вся его внутренняя поверхность также отводит теплоту. Поэтому суммарная поверхность рассеяния теплоты в этом случае равна $2 - \alpha^*$ [10]. При таком значительном соотношении поверхностей рассеяния теплоты и нагрева можно получать небольшой нагрев ротора (5...20 °С) даже при пятикратной линейной нагрузке по сравнению с нагрузкой эквивалентного АД.

Малый нагрев в рабочем режиме имеют также ЦЛСД. Так, превышение температуры ЦЛСД фирмы Sodick над температурой наружного воздуха в рабочем режиме составляет 2...5 °С.

ЦЛСД имеют ряд преимуществ перед ЛСД плоской конструкции: отсутствие дополнительной системы охлаждения благодаря более эффективной теплоотдаче и отсутствию стального сердечника первичной части, высокая плавность движения из-за отсутствия дополнительных сил притяжения между первичной и вторичной частями, максимальное использование потока постоянных магнитов вследствие симметрии конструкции, что позволяет использовать в 2 раза меньше дорогостоящих постоянных магнитов и снижать стоимость электродвигателя, меньшее энергопотребление, простота монтажа/демонтажа.

Стоимость ЛСД с постоянными магнитами высока из-за использования высокоэнергетических магнитов из сплава NdFeB, дефицит которых наблюдается на мировом рынке редкоземельных материалов.

Список литературы

1. Ключин А.Е. Разработка нечёткого регулятора для систем вентиляции с переменным расходом воздуха // Труды VIII Международной (XIX Всероссийской) конференции по автоматизированному электроприводу АЭП-2014, т. 1. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014, с. 220-223.
2. Литвин В.И., Сафонов А.С. Совершенствование электроприводов колебательного движения в условиях АПК // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. 2006, №1, с.236-237.
3. Мамедов Ф.А., Литвин В.И., Сафонов А.С. Встроенные электромеханические системы непосредственного электропривода // Тракторы и сельхозмашины. № 9, 2010, с. 21-23.
4. Мамедов Ф.А., Литвин В.И., Сафонов А.С. Линейный асинхронный двигатель модульной конструкции в приводе сельскохозяйственных машин // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. 2007, №3, с. 180.
5. Мамедов Ф.А., Литвин В.И., Сафонов А.С. Хромов Е.В. Линейный электропривод классификатора стебельных кормов // Техника в сельском хозяйстве. № 3, 2010, с.7-8.
6. Онищенко Г.Б. Теория электропривода: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2015. -294 с.

7. Сафонов А.С., Литвин В.И., Мамедов А.Ф. Измельчитель кормов // Патент на изобретение RU 2168296 01.08.2000. Оpubл. в Б. И. 2001. № 16.
8. Сафонов А.С. Основные мероприятия по повышению энергоэффективности электрооборудования АПК // Тракторы и сельхозмашины. № 6, 2014. с. 48-51.
9. Сафонов А.С. Применение энергоэффективных электродвигателей в сельском хозяйстве // Труды II Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и техники», выпуск II. Россия, г. Самара, 7 апреля 2015. ИЦРОН, 2015. С. 157-159.
10. Фридкин П.А. Безредукторный дугостаторный электропривод. – Л.: Энергия, 1970.
11. <http://www.sew-eurodrive.ru/>
12. <http://www.siemens.com/entry/cc/en/>

УСТРОЙСТВО ДИНАМИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Шевцов А.А., Золотов И.И.

ТГУ, РФ, г. Тольятти

В условиях отсутствия возможности питания нагрузки от стационарных систем электроснабжения, возникает необходимость использования для этой цели автономных генераторов различного конструкционного исполнения.

Автономные генераторы, как и другие системы электроснабжения, должны обеспечивать штатное функционирование нагрузки путем соблюдения соответствующих требований к качеству электроэнергии, определяемых в ГОСТ Р 54149-2010 [1], поэтому повышение качества выходного напряжения автономных генераторов является актуальной задачей. Ввиду этого актуальной задачей также является разработка технических решений, способных обеспечить контроль напряжения и повышение его качества.

Из существующих вариантов конструкционного исполнения наиболее удобны бензиновые генераторы, главными преимуществами которых являются: приемлемый по долгосрочности ресурс работы, малый вес по сравнению с дизельными и газовыми генераторами, возможность запуска при низких температурах окружающей среды, а также простота их устройства, которая в свою очередь снижает их себестоимость и облегчает ремонт и обслуживание. Таким образом, бензогенератор является наиболее приемлемым вариантом для тех, кому необходима мобильность устройства, лёгкость транспортировки и сравнительно небольшая мощность (до 5кВт).

Следует отметить, что когда в качестве источника питающего напряжения выступает электромеханическое устройство, такое как, например, бензогенератор, влияние на цепь питания высших гармоник тока и напряжения и величины реактивного тока, создаваемых коммутируемой нагрузкой более ярко выражено, нежели в промышленных и бытовых сетях [4]. Объясняется это главным образом конструктивной особенностью генератора, наличием некоторой величины внутренней индуктивности и активного сопротивления обмоток. Кроме того, такие параметры, как: частота, форма и амплитуда выходного напряжения бензогенератора без устройств фильтрации, стабилизации и регулировки, зачастую может отличаться от параметров, требуемых для питания нагрузки. Выходное напряжение бензогенератора без корректирующих устройств, даже на холостом ходу имеет вид, представленный на рисунке 1.

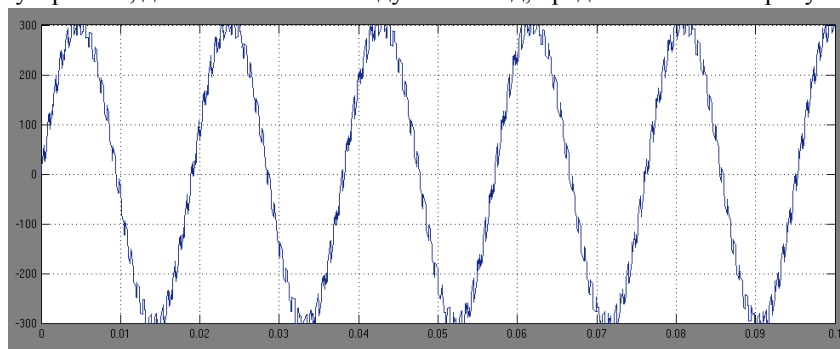


Рисунок 1 – Форма выходного напряжения бензогенератора на холостом ходу.

В результате коммутации нагрузки происходит увеличение потребляемого тока, а внутренняя индуктивность генератора приводит к появлению противоЭДС, приводящей к увеличению имеющихся и появлению новых импульсов в кривой выходного напряжения. Потери на внутреннем активном сопротивлении обмоток генератора вызывают провалы напряжения. При этом, для восстановления требуемого уровня напряжения по амплитуде бензогенератору требуется время порядка нескольких секунд. Для моделирования указанных выше процессов, в среде инженерного моделирования MATLAB Simulink собрана схема, представленная на рисунке 2.

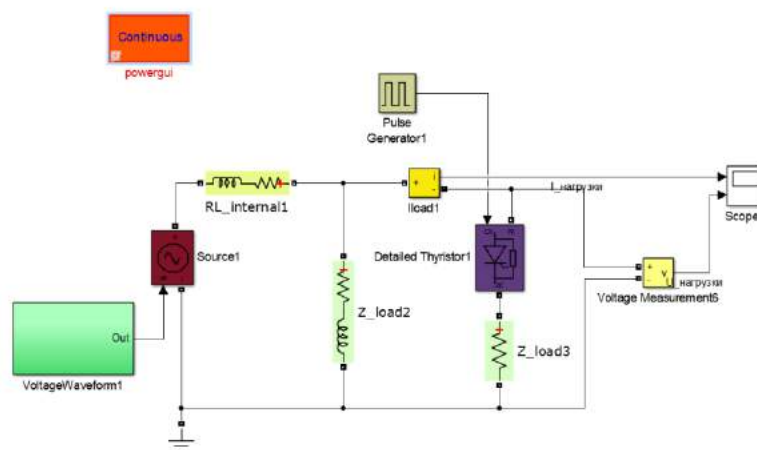


Рисунок 2 – Модель схемы, содержащей активно-индуктивную и параметрическую нагрузку, коммутируемую с частотой 100Гц в MATLAB Simulink.

Осциллограммы работы схемы (рис. 2) представлены на рисунке 3, где верхняя осциллограмма - это суммарный ток нагрузки, а нижняя - это напряжение на нагрузке.

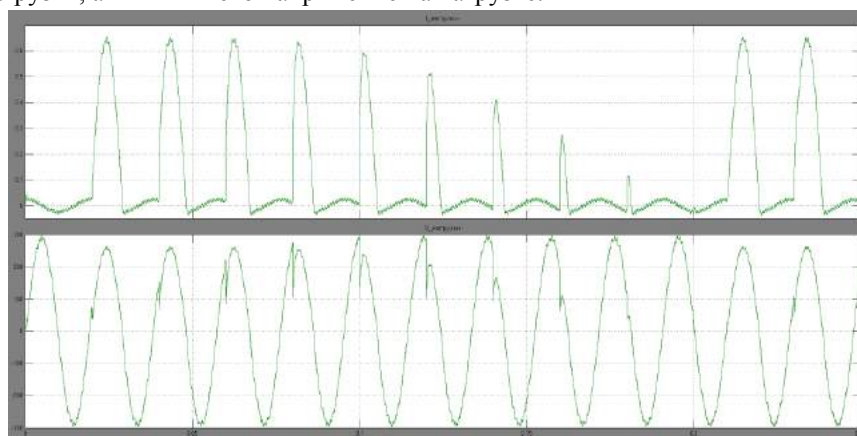


Рисунок 3 – Осциллограммы работы модели схемы (рис. 2).

В реальных условиях возникают ситуации, когда от бензогенераторов приходится запитывать чувствительных к качеству напряжения потребителей, соответственно для обеспечения их штатной работы, необходимо обеспечивать требуемое качество питающего напряжения. Для этого используют устройства, способные обеспечить бесперебойную, стабильную работу нагрузки, кроме того необходимо учитывать влияние на выходное напряжение генератора обратных токов и гармонических искажений, генерируемых устройством защиты нагрузки [2],[3],[5].

Для устранения проблем, возникающих при использовании для электропитания автономных генераторов, предлагается модель устройства в пакете MATLAB Simulink. Модель представлена на рисунке 4.

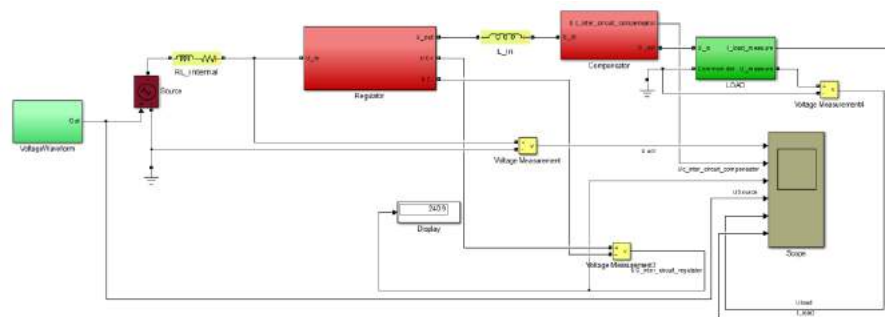


Рисунок 4 – Модель схемы динамического стабилизатора выходного напряжения автономных генераторов.

Блок «Regulator» модели на (рис. 4) представляет собой схему, представленную на “рис. 5”.

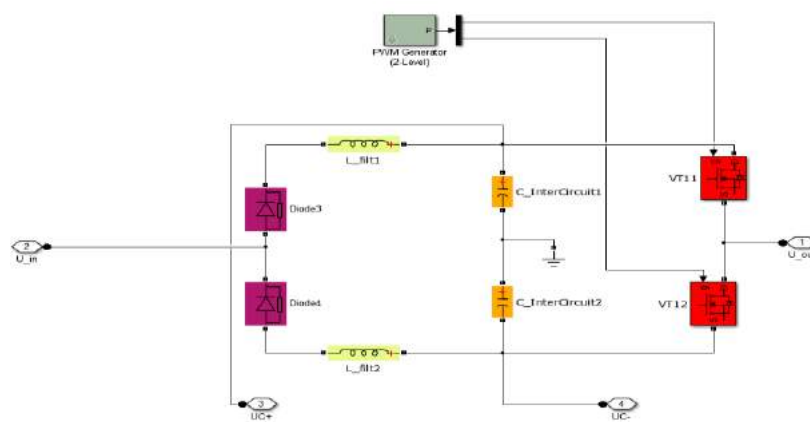


Рисунок 5 – Схема блока «Regulator».

Схема состоит из выпрямителя по схеме удвоения напряжения, дросселей, ограничивающих скорость изменения силы тока и плеча мостового инвертора. Управление плечем инвертора, состоящим из двух MOSFET транзисторов осуществляется с помощью широтноимпульсной модуляции. Целевым назначением данного блока является генерация синусоидального напряжения частотой 50Гц, без требований к амплитуде выходного напряжения.

Блок «Compensator» модели (рис. 4) представляет собой схему, представленную на рисунке 6.

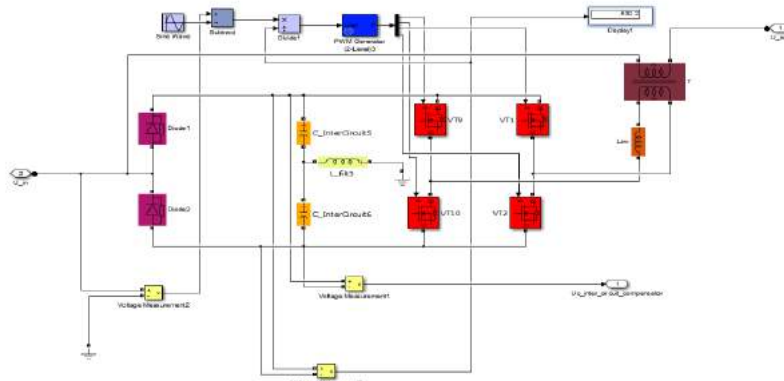


Рисунок 6 – Схема блока «Compensator».

В нее также входит выпрямитель по схеме удвоения напряжения, дроссели, ограничивающие скорость изменения силы тока и мостовой инвертор с вольтодобавочным трансформатором. Управление инвертором, состоящим из четырех MOSFET транзисторов осуществляется широтно-импульсной модуляцией, причем за опорный сигнал принимается выходное напряжение, генерируемого блоком

«Regulator». Целевым назначением блока является компенсация отклонений входного сигнала блока по амплитуде.

Таким образом, на нагрузку подается напряжение, максимально приближенное по амплитуде, форме и частоте к идеальной синусоде с параметрами амплитуды и частоты соответственно: $220\sqrt{2}$, 50Гц.

На (рис. 7) представлены осциллограммы работы модели. Нагрузка полностью идентична используемой в модели схемы (рис. 2).

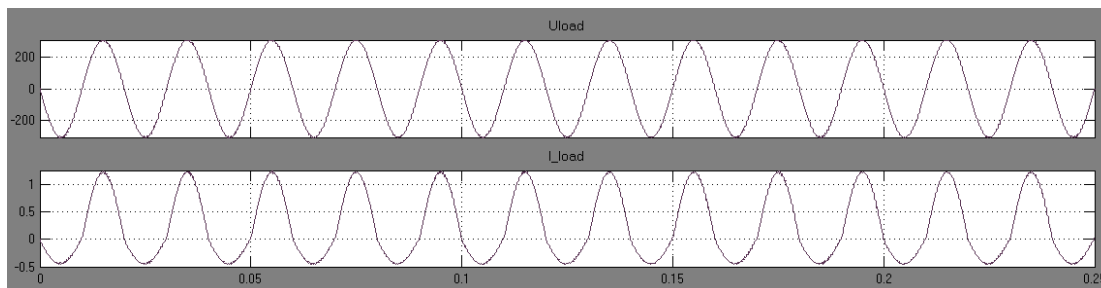


Рисунок 7 – Осциллограммы работы модели схемы динамического стабилизатора выходного напряжения автономных генераторов.

Сравнивая осциллограммы, представленные на (рис. 2) и (рис. 7) видно, что на последней, импульсов и провалов напряжения при коммутации параметрической нагрузки не наблюдается. Амплитуда, частота и форма выходного напряжения максимально приближена к идеальной синусоде с параметрами амплитуды и частоты соответственно: $220\sqrt{2}$, 50Гц.

Список литературы

- [1] ГОСТ Р 54149-2010. «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». – Введ., 2013.
- [2] А.А. Шевцов, И.И. Золотов «Совместимость устройств защиты чувствительной нагрузки с автономными генераторами». Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. Сборник научных статей. Труды Международной научной конференции «Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения» (Российская Федерация, г. Липецк, 14 сентября 2015г.). / Под ред. М. Ю. Левина. – Липецк: ООО «Максимал информационные технологии», 2015. – 76-79с.
- [3] А.А. Шевцов, И.И. Золотов «Проблема совместимости фильтрокомпенсирующих устройств с системами автономного электроснабжения». Технологии XXI века: проблемы и перспективы развития. Сборник научных статей. Труды Международной научной конференции «Технологии XXI века: проблемы и перспективы развития» (10 октября 2015г. г.Челябинск). – 144-147с.
- [4] А.А. Шевцов, И.И. Золотов «Влияние высших гармоник в кривой питающего напряжения на электротехнологических потребителей и методы борьбы с ними». Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. г. Волгоград, 2015. – 173-175с.
- [5] И.И. Золотов «Совместимость фильтрорегулирующих устройств с автономными генераторами». Молодёжный форум: технические и математические науки. Сборник научных статей. Труды Международной научной конференции «Молодёжный форум: технические и математические науки» (9-12 ноября 2015 года г. Воронеж). – 407-410с.

СЕКЦИЯ №16.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ

ОЦЕНКА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ

Дерябин А.Е., Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Шевченко С.М.

ФГБОУ ВПО Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,
ФГБОУ ВО Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
РФ, г. Нижний Новгород

Человечество постоянно вынуждено находиться в условиях природных, технических, антропогенных, экологических, социальных и других опасностей [1,2]. Активное внедрение более совершенных, экологичных и энергосберегающих технологий [4-6] и оборудования, появление новых и модернизация действующих производства [7-9] выдвигают на новый уровень вопросы профилактики профзаболеваний и травматизма [10,11], так как они являются источником опасных и вредных производственных факторов [12,13]. Оптимизация задач активного управления качеством производственной среды [14-16], возможна на лишь основе адекватной оценки ее неблагоприятных факторов [17,18].

На данном этапе развития нашей страны важное значение имеет газовая промышленность. Одним из условий устойчивого развития газовой отрасли является обеспечение надежности и эффективности эксплуатации газотранспортных предприятий. Магистральные газопроводы и газопроводы-отводы предназначены для транспортировки природного газа на большие расстояния. В конечном пункте магистрального газопровода расположены газораспределительные станции, на которых давление понижается до уровня, необходимого для снабжения потребителей. Компрессорный цех подключается к магистральному газопроводу входными и выходными газопроводами-шлейфами через узел подключения, предназначенный для обеспечения работы газопровода и самого компрессорного цеха. Газораспределительные станции предназначены для питания газом отдельных потребителей, промышленных и сельскохозяйственных объектов, а также населенных пунктов от магистральных газопроводов и отводов.

Объекты относятся к опасным производственным объектам, на которых используются, хранятся, транспортируются опасные вещества (природный газ, одорант, масло, бензин и др.), используется оборудование, работающее под давлением, электрооборудование, находящееся под напряжением.

В работе представлены результаты анализа вредных и опасных производственных факторов на территории компрессорной станции (КС), как наиболее проблемной с точки зрения охраны труда.

Микроклимат. Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Рабочие места соответствуют категории работ – I б и IIб. Предельная эффективная температура (жесткость погоды), ниже которой не могут выполняться какие – либо работы на открытом воздухе начинается с -27°C . Работы на открытом воздухе прекращаются также при сильном ветре (скорость ветра 12 м/с и более), независимо от атмосферной температуры. В летнее время в условиях сильной жары, когда температура воздуха достигает $+33^{\circ}\text{C}$ и выше, работы также должны быть приостановлены. Интенсивность теплового облучения от нагретых поверхностей оборудования не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50% поверхности тела и более 70 Вт/м^2 при облучении 25 – 50% поверхности тела, и 100 Вт/м^2 при менее 25 % поверхности тела. Максимальная температура при этом должна быть не выше 28°C . Система отопления укрытия комбинированная (воздушная с жидким теплоносителем) с применением регистров и калориферов, в операторных и служебных помещениях применяется система водяного отопления. Вентиляторы в системах вентиляции и отопления укрытия, в блоках маслоохладителей двигателя, светильники и датчики - во взрывобезопасном исполнении.

Освещение. Операторная является главным элементом контроля за технологическим процессом на КС, вследствие чего ошибки, допущенные в ходе работы оператора, могут привести к авариям, для минимизации ошибок операторов в помещении освещение организовано в соответствии СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение». Операторная характеризуется нормальными условиями среды ($t = 22-25^{\circ}\text{C}$, относительная влажность воздуха 70%). Параметры помещения (сухое, отсутствуют элементы взрыво- пожароопасности), источника света – газоразрядные лампы низкого давления (люминесцентные) и тип светильника - ARS/R 418. Каждый светильник состоит из четырех ламп TL-D 18W/54 G13 (дневной свет) PHILIPS. Световой поток, создаваемый одной такой лампой, составляет $\Phi_{\text{л}} = 1050 \text{ лм}$, световая отдача – $\text{Co} = 58,33 \text{ лм/Вт}$. По расположению рабочих мест выбираем систему общего равномерного освещения.

Расчет по методу светового потока показал, что для искусственного освещения в рабочем помещении с размерами 6х6м достаточной является система из 9 светильников ARS/R 418. Для равномерного освещения операторной 36 м². рассчитана система общего искусственного освещения, состоящая из 9 светильников типа ARS/R 418, размещенных в 3 ряда по 3 светильника в ряду. Для работников обслуживающих КС, в машинном зале предусмотрено аварийное освещение.

Дополнительно при проведении ремонтных работ на агрегате и при отключении электроэнергии предусмотрено использование стационарных переносных светильников напряжением 12В во взрывобезопасном исполнении.

Шум. Источниками шума в помещении газоперекачивающих агрегатов (ГПА) является: газотурбинный двигатель, компрессор, нагнетатель, вентиляторы, стенки отсеков двигателя, компрессора, нагнетателя, всасывающий и выхлопной тракты, трубопроводная обвязка, запорная и регулирующая аппаратура. По характеру спектра шум на ГПА является: широкополосным, по частотной характеристике: шум низко-среднечастотный, по временным характеристикам: шум постоянный.

Для защиты обслуживающего персонала ГПА от действия шума предусмотрено: удалением источника шума на расстояние, при котором уровень звукового давления не превышает допустимых значений; звукоизоляция источника шума, глушители и диффузоры, звукоизолирующие и звукопоглощающие перегородки, экраны и кожухи, а также передвижные экраны. Регуляторы давления, создающие сильный шум, заключены в кожухи, изготовленные из листовых материалов, а с внутренней стороны покрыты звукопоглощающим материалом.

Вибрация. Одним из критериев, определяющим уровень надежности и эксплуатации [19,20], является вибрационное состояние турбоагрегата.

Основные причины, вызывающие возникновение вибрации ГПА [21]: увеличенный дисбаланс вращающихся роторов; нарушение центровки роторов; ослабление натяга на вкладышах подшипников; коробление корпусов газотурбинных установок при неправильном тепловом расширении воздухопроводов и газоходов; нагарообразование вращающихся узлов; гидродинамические силы в подшипниках и т.п. В эксплуатации большинство случаев появления повышенной вибрации вызвано дисбалансом роторов или других вращающихся деталей (муфты, провалы). Причинами повышенной динамической неуравновешенности могут быть неравномерный износ колес центрального блока нагнетателя и лопаток ГТУ, обрыв лопаток, некачественная балансировка, ослабление посадки колес и дисков роторов, тепловые и динамические прогибы роторов, задевание рабочих лопаток роторов о корпус.

Существенное влияние на работу турбоагрегата [22] оказывает правильное выполнения операции по центровке, необходимо правильно производить балансировку зубчатых муфт и провалов, остаточные неуравновешенные массы которых также могут быть источником дисбаланса. Большое влияние на центровку стационарных ГТУ оказывает правильность выполнения работ по обеспечению натяга линзового компенсатора выхлопного газохода. При неправильном выполнении этой операции в процессе прогрева происходит отрыв лап корпуса от опорных ступеней, и центровка нарушается.

Для защиты ГПА от предельных нагрузок, возникающих в результате вибрации, они оборудованы системами виброзащиты и средствами контроля виброзащиты. В защиту центробежных нагнетателей включены системы измерений колебаний вала типа: КСА-15 для СТД 12500, ГПА-Ц-6,3; виброконтроль 2000 для ГТК-25И;

Для защиты газовых турбин установлены датчики вибрации на корпусах подшипников типа СВКА, ВВК-331, Виза-3М. Некоторые системы включают в себя каналы, позволяющие измерять осевое положение ротора и осевую вибрацию ("Виброконтроль-2000"). Для контроля в точках, предусмотренных заводами-изготовителями, применяются переносные виброметры типов ВМ-01, ВМ-03, ВМ-06, ВМ-100. Эксплуатационный персонал с помощью этих приборов производит периодический вибромониторинг основного и вспомогательного оборудования, а также трубных обвязок. Вибромониторинг осуществляют раз в сутки и его результаты фиксируются в специальном журнале. Переносные приборы используются двух типов: низкочастотные типа ВМ-03 и высокочастотные ВМ-01, ВМ-06, ВМ-100. Низкочастотные используются для замера вибрации трубных обвязок, а высокочастотные - для замера вибрации ГПА. Оценка вибрационного состояния ГПА производится в соответствии с действующими нормативами.

Электрозащита. Внешнее электроснабжение КС «Пильнинская» осуществляется от ЛЭП с вводом на два трансформатора по 63МВт. Питающая ГПА сеть - трёхфазная, четырёхпроводная с глухозаземлённой нейтралью, напряжением 380/220В, ток переменный с частотой 50 Гц.

Токоведущие части электроустановки не доступны для случайного прикосновения. Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме применены следующие меры защиты от прямого прикосновения: основная изоляция токоведущих частей; ограждения; размещение вне зоны досягаемости. Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции применены следующие меры защиты при косвенном прикосновении: защитное заземление; зануление; автоматическое отключение питания; двойная изоляция. Выполнен расчет контурного размещения заземлителя $L=334,8$ м (заземлители - стальные стержни длиной $l=2,5$ м, $d=14$ мм, верхние концы которых заглублены на 0,5 м, электроды соединены стальной полосой сечением 20×4 мм²). Полное сопротивление установки ГПА составляет 3,8 Ом, что меньше допустимого (4 Ом). Устройство состоит из 23 вертикальных заземлителей длиной 2,5 м диаметром 14 мм, соединенных соединительной полосой 20×4 , расположенных по контуру.

Предусмотрены также мероприятия для защиты от электрических разрядов, статического и атмосферного электричества.

Пожаровзрывобезопасность. Согласно выполненным расчетам здание ГПА и аппарат воздушного охлаждения газа относятся к I категории, а блока подготовки топливного газа к III категории взрывоопасности. Операторная с удельной пожарной нагрузкой ($30,2$ МДж/м²) относится к категории В4, помещения галереи нагнетателей, машинного зала, блока подготовки топливного газа – А, установки аппарата воздушного охлаждения газа, очистки газа – Ан. На основании выполненных расчетов разработана система обеспечения взрывопожаробезопасности, включающая в себя мероприятия, направленные на исключение разгерметизации оборудования и предупреждение аварийных выбросов опасных веществ, на предупреждение развития аварий, на обеспечение взрывопожаробезопасности, а также системы автоматического регулирования, блокировок и сигнализаций.

Список литературы

1. Пачурин Г.В., Елькин А.Б., Миндрин В.И., Филиппов А.А. Основы безопасности жизнедеятельности: для технических специальностей: учебное пособие / Г.В. Пачурин [и др.]. – Ростов н/Д: Феникс, 2016. – 397 с.
2. Пачурин Г.В., Щенников Н.И., Курагина Т.И., Филиппов А.А. Профилактика и практика расследования несчастных случаев на производстве: Учебное пособие / Под общ. ред. Г.В. Пачурина. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Изд. «Лань», 2015. – 384 с.
3. Filippov A.A., Pachurin G.V., Naumov V.I., Kuzmin N.A. Low-Cost Treatment of Rolled Products Used to Make Long High-Strength Bolts // Metallurgist. - 2016. - Vol. 59. - Nos. 9-10. January. - S. 810-815.
4. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Оценка опасных и вредных факторов при производстве калиброванного проката и их устранение технологическими методами // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 7-2. – С. 161-164.
5. Pachurin G.V. Ruggedness of structural material and working life of metal components // Steel in Translation. - 2008. - T. 38. - №3. - S. 217-220.
6. Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Подготовка проката для высокопрочных болтов: Учебное пособие / А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин; под общ. ред. Г.В. Пачурина. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 176 с.
7. Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Ресурсосберегающая технология подготовки калиброванного проката под холодную высадку изделий // Успехи современного естествознания. – 2007. – №12. – С. 139-139.
8. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Снижение опасных и вредных факторов при очистке поверхности сортового проката // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 2-1. – С. 38-43.
9. Pachurin G.V., Filippov A.A. Economical preparation of 40X steel for cold upsetting of bolts // Russian Engineering Research. – 2008. – T. 28. – № 7. – S. 670–673.
10. Щенников Н.И., Курагина Т.И., Пачурин Г.В. Психологический акцент в анализе производственного травматизма и его профилактики // Современные проблемы науки и образования. - 2009. - № 4. - С. 162-169.
11. Щенников Н.И., Пачурин Г.В. Пути снижения производственного травматизма // Современные наукоемкие технологии. - 2008. - № 4. - С. 101-103.
12. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Щенников Н.И., Курагина Т.И. Производственный травматизм и направления его профилактики // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 1. – С. 45-50.

13. Галка Н.В., Пачурин Г.В., Шевченко С.М. Опасные и вредные факторы производственного процесса в учреждении быстрого питания // Современные наукоемкие технологии. - 2016. - № 10 (часть 1). - С. 43-49.
14. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Матвеев Ю.И., Кузьмин А.Н. Сравнение технологических методов подготовки структурно-механических свойств поверхности проката для высадки метизов с целью снижения воздействия на работников опасных и вредных факторов // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10-1. – С. 88-96.
15. Пачурин Г.В., Шевченко С.М., Горшкова Т.А., Ляуданскас Т.П. Обеспечение безопасности жизнедеятельности образовательного учреждения // Современные наукоемкие технологии. - 2016 - № 9 (часть 3). - С. 545-549.
16. Пачурин Г.В., Шевченко С.М., Ляуданскас Т.П. Система управления охраной труда в образовательном учреждении // Современные наукоемкие технологии. - 2016 - № 9 (часть 1). - С. 149-153.
17. Галка Н.В., Пачурин Г.В., Шевченко С.М., Горшкова Т.А. Оценка тепловой нагрузки в производственном помещении учреждения быстрого питания // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 9-3. – С. 390-393.
18. Щенников Н.И., Курагина Т.И., Пачурин Г.В. Состояние охраны труда в ОАО «Павловский автобус» // Фундаментальные исследования. - 2009. - № 1. - С. 44-44.
19. Guslyakova G.P., Zhbannikov S.I., Pachurin G.V. Fatigue failure resistance of deformed structural steels // Materials Science. - 1993. - T. 28. - № 2. - S. 182-185.
20. Pachurin G.V. Ruggedness of structural material and working life of metal components // Steel in Translation. - 2008. - T. 38. - №3. - S. 217-220.
21. Миндрин В.И., Пачурин Г.В., Ребрушкин М.Н. Виды и причины вибрации энергетических машин // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 5. – С. 32-36.
22. Миндрин В.И., Пачурин Г.В., Ребрушкин М.Н. Причины и снижение низко- и высокочастотной вибрации энергетических машин // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 4. – С. 89-94.

СЕКЦИЯ №17.

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ

СЕКЦИЯ №18.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ НА ГОРНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Карпенко С.М.

Горный институт ФГАОУ ВО «ННТУ МИСИС», г. Москва

Человеческий фактор оказывает значительное влияние на мотивацию деятельности по энергосбережению. В настоящее время исследования в области мотивации энергосбережения, как правило, рассматривают вопросы материального стимулирования персонала[2, 4]. С целью изучения всестороннего влияния человеческого фактора на эффективность энергосберегающей деятельности предлагается использовать методы концепции человеческого капитала, которые представляют широкий спектр инструментов в области управления и мотивации персонала[3].

В статье используются следующие факторы человеческого капитала, оказывающие влияние на эффективность деятельности по энергосбережению и мотивацию персонала в этой области [1]:

1. Степень участия в энергопотреблении. Все сотрудники в той или иной степени участвуют в потреблении энергоресурсов. Этот фактор должен учитывать как непосредственное энергопотребление, так и его контроль, мотивацию, персонала, организацию производственного процесса.

2. *Уровень влияния на энергосбережение.* Не каждый сотрудник, потребляющий энергоресурсы, имеет в той же степени их экономить. Так, мероприятия по экономии энергоресурсов разрабатываются сотрудниками, напрямую не участвующими в процессе энергопотребления, а вопросы энергетической политики находятся в компетенции высшего руководства, также непосредственно не занятыми в энергопотреблении.

3. *Информированность об энергосбережении.* Данный фактор - необходимость доводить до сведения сотрудников суть мероприятий по энергосбережению, в том числе организационных и малозатратных, а также информировать сотрудников о ходе выполнения программ энергосбережения.

4. *Понимание важности проблемы энергосбережения для компании («корпоративный патриотизм»).* Данный фактор может быть эффективным, если сотрудники будут увязывать энергосбережение с успехами компании, ее развитием, а также и со своим стабильным положением, карьерным ростом и увеличением зарплаты.

5. *Общечеловеческая культура и культура энергопотребления.* Данный фактор важен с позиций рассмотрения работника как участника нашего общества, социума. Без изменения ментальности, осознания национальных интересов, в конечном счете, все попытки проведения в жизнь политики энергосбережения могут сойти на «нет».

6. *Уровень образования сотрудников.* Данный фактор является одним из ключевых в перечне факторов человеческого капитала вообще и в вопросе энергосбережения в частности. Проекты энергосбережения имеют инновационный характер, управление ими также достаточно сложное, данный фактор имеет большое значение для каждого вида персонала.

7. *Стаж и опыт работы.* Данный фактор важен для всех категорий персонала и для отдельных – в особенности. Например, для ключевого персонала умение работать на экономичных режимах, для проектировщиков опыт энергоэффективных решений, для технологов и нормировщиков опыт соотносить требования технологических режимов и экономии энергоресурсов.

8. *Уникальность работника (как личности).* Данный фактор важен, прежде всего, для «штучных» специалистов или руководителей, от которых зависит принятие грамотных решений, инициативность, уважение в коллективе, в том числе и среди руководства, способность ставить и решать задачи.

По предложенной методике на угольных предприятиях Кузбасса и промышленных предприятиях Москвы был проведен экспертный опрос «Оценка важности факторов мотивации энергосбережения». Значения коэффициента конкордации варьировались в границах от 0,54 до 0,81, и в среднем составили 0,76, что свидетельствует о высокой согласованности мнений экспертов. Мнение экспертов о важности указанных в опросе факторов мотивации энергосбережения достаточно однородно. Средние экспертные оценки превышают среднее значение используемой балльной шкалы, равное 3 баллам, и варьируются от 3,74 до 4,26 балла.

По данным экспертов, наибольшее влияние на процесс энергосбережения в целом по всем группам персонала оказывают: общечеловеческая культура работника, в том числе, культура энергопотребления; информированность об энергосбережении; фактор корпоративной причастности («корпоративный патриотизм»); степень влияния на энергосбережение (рис. 1).

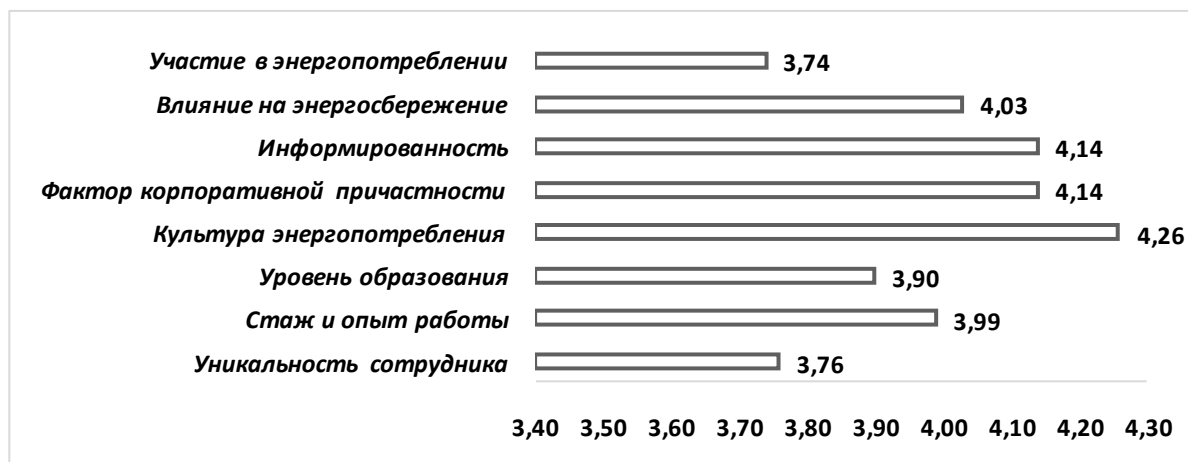


Рисунок 1. – Экспертные оценки степени влияния человеческого фактора на эффективность деятельности по энергосбережению (по 5-балльной шкале)

Проведен анализ данных экспертного опроса с применением методов математической статистики (факторный анализ, метод главных компонент). Расчеты проводились в ППП STATISTICA, результаты приведены в табл.1. Из таблицы видно, что все восемь рассматриваемых факторов мотивации энергосбережения являются значимыми и входят в первые четыре главные компоненты, с общей информативностью 90,35%. Оставшиеся 9,65% информативности приходятся на другие факторы, не включенные в анкету.

Таблица 1

Важность факторов человеческого капитала, влияющих на эффективность деятельности по энергосбережению(в разрезе групп персонала)

Главная компонента		Факторы мотивации энергосбережения	Группа персонала	
Наименование	Важность, %	Наименование	Наименование	Оценка экспертов, балл
F₁	39,67	Уникальность работника	Персонал энергоменеджмента	4,2
			Ключевой персонал	4,1
		Стаж и опыт работы	Менеджеры подразделений	4,3
			Персонал энергоменеджмента	4,3
		Культура энергопотребления	Ключевой персонал	4,8
			Персонал энергоменеджмента	4,7
			Менеджеры подразделений	4,4
F₂	22,99	Участие в энергопотреблении	Ключевой персонал	4,7
			Служба главного технолога, нормирования производства	4,1
		Информированность об энергосбережении	Высшие и старшие менеджеры	4,5
			Персонал энергоменеджмента	4,5
F₃	17,37	Уровень образования	Служба главного технолога, нормирования производства	4,2
			Высшие и старшие менеджеры	4,1
		Понимание корпоративной причастности	Высшие и старшие менеджеры	4,3
			Служба главного технолога, нормирования производства	4,3
			Общий персонал	4,2
F₄	10,31	Степень влияния на энергосбережение	Высшие и старшие менеджеры	4,8
			Менеджеры подразделений	4,5
			Ключевой персонал	4,3
			Персонал энергоменеджмента	4,2
Сумма	90,35			

Среди всех рассмотренных факторов, влияющих на мотивацию энергосбережения, наибольшую важность (39,67%) имеют уникальность работника, стаж работы и накопленный опыт и культура энергопотребления (табл. 1). По оценке экспертов, эти факторы наиболее важны для энергоменеджеров, менеджеров подразделений и ключевого персонала.

Вторую по важности (22,99%) группу факторов мотивации составляют: участие в энергопотреблении и информированности. Эти факторы наиболее важны для ключевого персонала, высших и старших менеджеров, энергоменеджеров, службы главного технолога и нормирования производства.

Уровень образования и понимание корпоративной причастности («корпоративный патриотизм») (суммарная важность факторов – 17,37%) высоко оцениваются экспертами у высших и старших менеджеров, сотрудников службы главного технолога, нормирования производства и общего персонала.

Важность фактора степени влияния на энергосбережение составляет 10,31%. Наибольшие оценки фактора имеют высшие и старшие менеджеры, менеджеры подразделений, персонал энергоменеджмента и ключевой персонал.

Факторам, имеющим наиболее высокие оценки по результатам исследований, необходимо оказывать наибольшее внимание с позиций мотивации энергосбережения, например, ввести систему оценки профессиональной квалификации в области энергосбережения и включить данный аспект в действующие требования к квалификации персонала.

Список литературы

1. Карпенко М.С. Формирование организационного механизма управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях. Автореф. дис. ... канд. техн. наук: – М.: 2016. – 22 с.
2. Коган П. А. Разработка системы мотивации для горных предприятий. // Горный журнал. – 2013. - №7 – С.51-52.
3. Кокорев И.А. Управление персоналом организации в свете теории человеческого капитала: Дис. ... д-ра экон. наук: - М., 2002. - 304 с.
4. Попкова Е.Г., Митрахович Е.Н. Мотивация как инструмент повышения энергоэффективности в промышленности. Экономические науки. 2010. Т. 63. №2. С. 108-111.

СЕКЦИЯ №19. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ

ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК С ВОДОРОДОМ

Громов С.В.

НИТУ «МИСиС», РФ, г. Москва

Возможность синтезировать наноразмерные структуры с контролируемыми размерами и составом, а затем собирать их в структуры больших размеров с уникальными свойствами и функциями способно привести к радикальным изменениям в технологии многих отраслей промышленности.

Сегодня молекулярное производство осуществляется пока в основном «сверху вниз»: от трехмерных неорганических веществ к двумерным и одномерным распределениям наноразмерных элементов, применяемых для создания наноструктурных материалов. Решающим же условием создания успешно функционирующих искусственных наносистем и осуществления принципа сборки «снизу вверх» является активное развитие вычислительной нанотехнологии.

Разработанный в рамках проекта RFMEFI57514X0087 по Соглашению о предоставлении субсидии от 21.10.2014 № 14.575.21.0087 с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» программно-вычислительный комплекс (ПВК) обеспечивает моделирование следующих характеристик и свойств углеродных нанотрубок: удельная поверхность, теплота адсорбции,

изотерма адсорбции, хиральность, капиллярные эффекты и заполнение нанотрубок. Обеспечена высокая степень совпадения значений свойств реального сорбента и модели сорбента на основе углеродных нанотрубок.

В ПВК использована математическая модель оценки сорбционных свойств углеродных наноструктурированных материалов на основе углеродных нанотрубок, полученная на основе математических расчетов, проведенных для описания состава, структурных характеристик, сорбционно-кинетических и электронно-обменных свойств сорбентов с использованием методов Лэнгмюра, Брунауэра-Эммета-Теллера, Barrett-Joyner-Halenda, Хартри-Фока, теории функционала плотности (DFT).

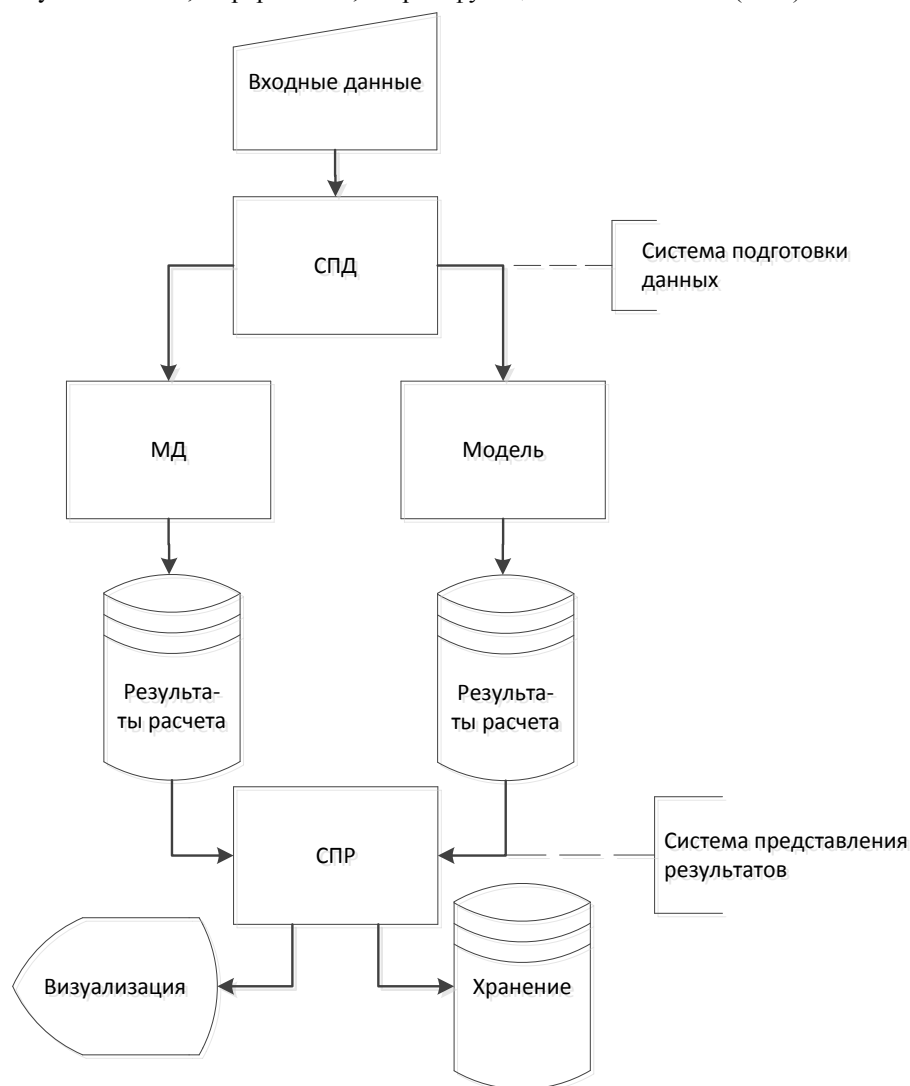


Рисунок 1 – Принципиальная схема функционирования подсистем ПВК

Результаты моделирования структуры и адсорбционных свойств углеродных наноструктурированных сорбентов на основе углеродных нанотрубок методами молекулярной механики, молекулярной динамики и полуэмпирическими квантово-механическими расчетами показали, что рассмотренные структуры обладают достаточно близкими к исследованным образцам сорбционными свойствами. Также хорошо прослеживается зависимость с ростом величины адсорбции при увеличении диаметра и «дефектности» нанотрубок, то есть с увеличением количества нескомпенсированных поверхностных связей.

Большинство исследованных образцов нанотрубок содержит технологические неорганические примеси в виде металла или соединений на основе металлов в значимом количестве. Места внедрения стороннего атома или частицы в тело нанотрубки представляет собой дефект строения, сорбционные характеристики которого будут отличаться от характеристик чистой графеновой плоскости. Поэтому, для приближения характеристик, определяемых по результатам моделирования, к характеристикам

коммерческих материалов, необходимо, в том числе, моделировать структуру и сорбционное взаимодействие на дефектах строения, представляющих с собой внедрение стороннего атома в тело нанотрубки, или встроенную в нанотрубку частицу неорганического неуглеродного вещества. Проанализированы имеющиеся данные о зависимости сорбционных свойств углеродных нанотрубок с различной структурой [1-3]. Выявлены основные закономерности для расчета изотерм адсорбции УНТ в зависимости от параметров их хиральности, диаметра и длины. Для обеспечения учета физико-химических свойств и параметров структуры в модели были использованы как расчетные данные, так и результаты экспериментов по термопрограммируемой десорбции, спектроскопии комбинационного рассеяния и просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения различных видов УНТ.

Программные модули ПВК рассчитаны на функционирование на высокопроизводительных кластерных вычислительных системах. При этом подготовка данных и обработка результатов моделирования проводится с помощью контроллера запросов, который объединяет все действия по обработке запросов в одном месте, распределяя их выполнение посредством единственного объекта-обработчика.

Список литературы

1. Gromov S. V., Burmistrov I. N., Ilinykh I. A., Kuznetsov D. V. Simulation of hydrogen adsorption on carbon nanotubes with different chirality parameters // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, - 2016, V.112.
2. Muratov D., Gromov S., Memetov N., Tkachev A., Kuznetsov D. Application of Raman Spectroscopy for the Assessment of Adsorption Characteristics and Analysis of Structural Properties of MWCNT // Nanomechanics Science and Technology. An International Journal, - 2014, Vol. 2, - P. 1–11.
3. S. Gromov, Yu. Ponomareva. Molecular dynamics calculation of hydrogen chemisorption on the surface of single-wall carbon nanotubes // Nanomechanics Science and Technology. An International Journal, - 2014, Vol. 3, - P.191–199.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ В МАТЕРИАЛАХ ДЛЯ ЭКРАНОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Кулик В.И., Нилов А.С.

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, РФ, г. Санкт-Петербург

Разработка систем экранирования и поглощения широкополосного электромагнитного излучения (ЭМИ) является довольно сложной задачей, как с теоретической, так и с практической точки зрения. При разработке конструкций экранов или поглотителей ЭМИ используются различные материалы, обладающие высокой способностью отражать или поглощать ЭМИ в определенном диапазоне частот. Следует отметить, что в природе не существует ни идеально отражающих, ни идеально поглощающих электромагнитную энергию материалов, поэтому подавление ЭМИ чаще всего обеспечивается за счет обоих процессов. Длительное время в практике электромагнитного экранирования применялись традиционные материалы на основе металлов, например, ферриты, ферромагнитные материалы и др. Главным недостатком традиционных металлических экранов является их достаточно высокий коэффициент отражения, что существенно ограничивает их применение для изделий, к которым предъявляются требования по «радионевидимости».

В настоящее время углеродные наноструктуры (УНС) рассматриваются как перспективные наполнители для разработки нового поколения композиционных материалов (КМ) в системах защиты от ЭМИ. К УНС можно отнести следующие компоненты: однослойные и многослойные углеродные нанотрубки (ОУНТ и МУНТ), фуллерены, графены, углеродные нановолокна, наносажи и др. Высокая удельная поверхность наночастиц приводит к существенному отличию их физических и механических свойств от свойств материалов со структурными элементами, имеющими микронные и субмикронные размеры. УНС позволяют разрабатывать на их основе высокопрочные и легкие защитные материалы. Причем, за счет варьирования концентрацией УНС можно получать как отражающие, так и поглощающие нанокompозитные материалы.

Одним из перспективных направлений в создании эффективных радиопоглощающих материалов на основе УНС является включение их в полимерную термо- или реактопластичную диэлектрическую матрицу. Важное требование, предъявляемое к экранирующим ЭМИ материалам – это наличие у них электропроводности. Для дискретно-армированных материалов электропроводность определяется порогом перколяции, т.е. такой концентрацией и распределением активных токопроводящих добавок, которые после их введения в диэлектрический материал образуют в нем устойчивые токопроводящие каналы. Наполнение полимеров УНС резко повышает их электропроводность, например, порог перколяции достигается при концентрации МУНТ около 1% об. Тогда как при использовании технического углерода он достигается при 20% об.

На общие, поглощающие и отражающие показатели, частотный спектр электромагнитного экранирования влияют: тип УНС, их размеры и концентрация, толщины экранирующих слоев, комбинации с другими типами экранирующих материалов и др. Введение УНС в полимерные матрицы приводит главным образом к увеличению поглощающей способности, сохраняя отражательную часть постоянной на минимальном уровне. Так в работе [7] была проведена оценка влияния массовой доли МУНТ в эпоксидном наноматериале. Было отмечено (рис. 1), что: с увеличением массовой доли МУНТ до 20,4% общая эффективность экранирования ЭМИ, а также поглощающая составляющая по отношению к отражательной растут; с увеличением частоты излучения с 8 до 12 ГГц поглощающая составляющая экранирования ЭМИ снижаются; с увеличением толщины слоистого пакета общая эффективность экранирования ЭМИ растет, в большей степени для частот 8 ГГц, в меньшей – для 12 ГГц.

В другой работе [4] было обнаружено, что отражающая составляющая общей эффективности электромагнитного экранирования для эпоксидных композитов экстремально зависит от количества вводимых в него ОУНТ и частоты излучения. Максимальное значение снижения отражательной составляющей было 28 дБ при массовой доле ОУНТ 1 % при частоте излучения 15,6 ГГц. Для других концентраций ОУНТ в эпоксикомпозите также отмечались максимумы снижения отражательной составляющей ЭМИ меньшие по величине при других частотах излучения. Причем с ростом концентраций ОУНТ эти максимумы смещаются в области меньших частот в диапазоне 3-18 ГГц (рис. 2).

Аналогичная эффективность экранирования отмечается и при введении в полимерную матрицу графенов. Полученная эффективность экранирования в диапазоне частот 8-12 ГГц достигала величины 21 дБ при концентрации графенов 15% масс. (8,8% об.) (рис. 3) [5].

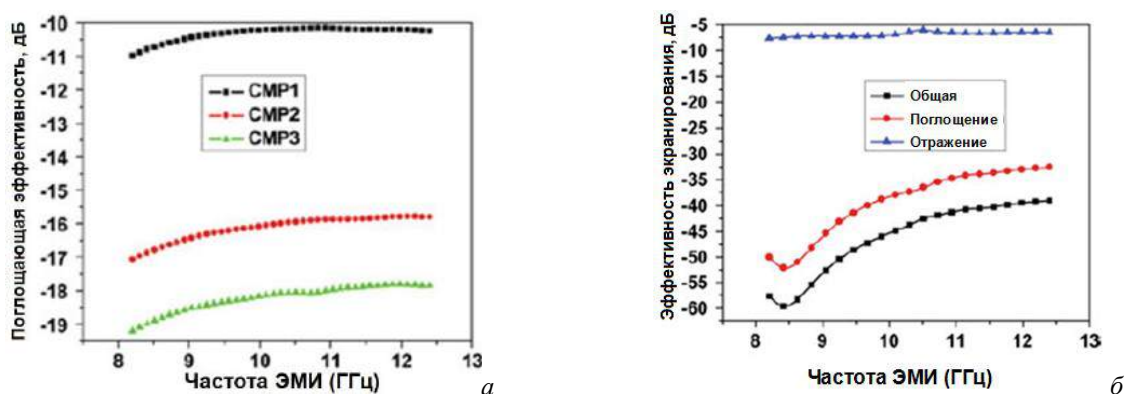


Рис. 1. Зависимости изменения: а – поглощающей эффективности экранирования от массовой доли МУНТ в полимере (толщина 0,35 мм) (CMP1 – 4,2%; CMP2 – 15,1%; CMP3 – 20,4%); б – всех составляющих эффективности электромагнитного экранирования (толщина 1,75 мм) (массовая доля МУНТ 20,4%)

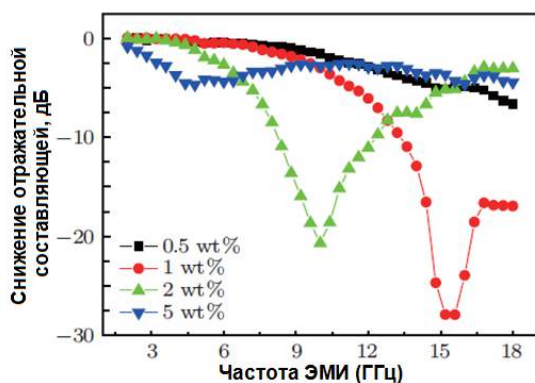


Рис. 2. Зависимости изменения отражательной способности эпоксикомпозита от массовой доли вводимых в него ОУНТ в диапазоне частот 3-18 ГГц

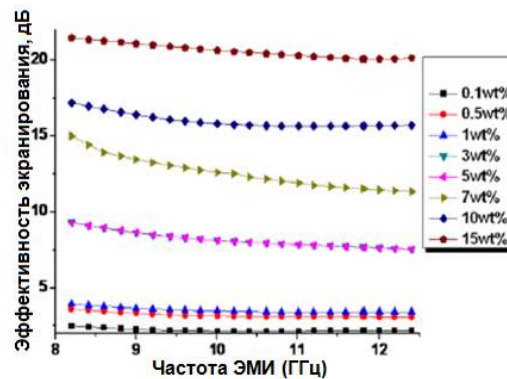


Рис. 3. Зависимости изменения эффективности экранирования ЭМИ эпоксидных КМ, от количества вводимых в него графенов

Помимо концентрации УНС на экранирование ЭМИ влияет размер наночастиц, в частности, нанотрубок. В работах [2, 8] была проведена оценка влияния концентрации и длины ОУНТ на эффективность экранирования ЭМИ тонкостенных полимерных КМ в мега- и гигагерцовых диапазонах частот. В качестве активной добавки применялись углеродные порошки: графита (G), технического углерода (CB) и ОУНТ (CNT) различного соотношения диаметр/длина, с концентрацией 15% по массе в конечном композите. «Короткие» (short) ОУНТ имели диаметр 50-100 нм и длину 5-10 мкм, «длинные» (long) – диаметр 20-40 нм и длину 5-15 мкм. Размер частиц технического углерода составлял 20-40 нм, а графита – 4-6 мкм. В качестве полимерной матрицы использовалась смесь терпиола с этилцеллюлозой [8] и эпоксидная смола [2]. Проведенные исследования показали, что применение ОУНТ, и прежде всего «длинных», приводит к существенному (в 5-10 раз) повышению экранирующей эффективности полимеров с дисперсным углеродсодержащим наполнителем (рис. 4 и 5).

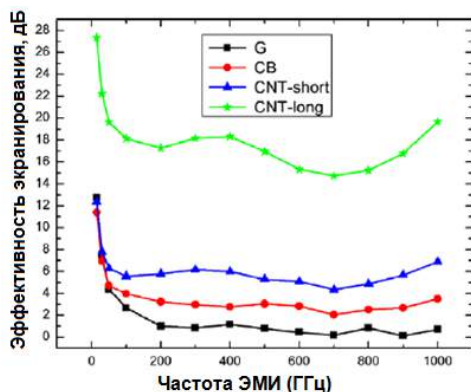


Рис. 4. Зависимости эффективности экранирования полимеров с различными углеродными добавками в диапазоне частот 15-1000 МГц [8]

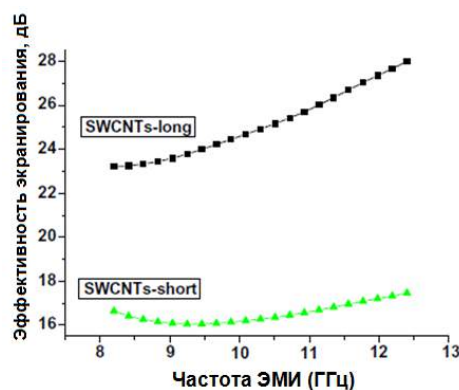


Рис. 5. Зависимости изменения эффективности электромагнитного экранирования эпоксикомпозитов в диапазонах частот 8-12,4 ГГц [2]

Поверхностная функционализация УНС, вводимых в полимерную матрицу, положительно сказывается на повышении степени экранирования ЭМИ. В работе [6] была проведена оценка применения функционализированных однослойных УНТ (f-ОУНТ) по отношению к не функционализированным в качестве активной добавки в RET-терполимер (Elvaloy 4170). При этом отмечается, что введение f-ОУНТ в RET при изменении концентрации от 0,45% до 2,25% по объему примерно в два раза эффективнее, чем при введении ОУНТ в диапазоне частот 8-12,4 ГГц. Кроме того, с увеличением объемной доли f-ОУНТ до 4,5% эффективность экранирования ЭМВ растет, достигая значений 30 дБ. При этом с увеличением концентрации f-ОУНТ с 0,5 до 4,5 об.% поглощающая составляющая также растет, а отражающая остается без изменения (рис. 6).

В работе [3] был обнаружен синергетический эффект совместного введения УНТ и графенов в термопластичную полипропиленовую основу. Соотношение вводимых УНТ и графенов было равным и составляло 10% по массе. УНТ усиливают поглощающий эффект экрана, а графены – отражающий, за счет наличия больших отражающих поверхностей. Синергетический эффект повышения эффективности экранирования ЭМИ обуславливается образованием дополнительных электрических связей между графенами и УНТ (рис. 7).

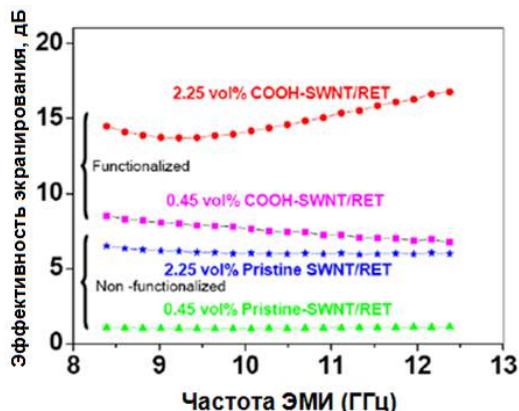


Рис. 6. Зависимости изменения общей эффективности экранирования композита ОУНТ/RET-терполимер при использовании ОУНТ и f-ОУНТ

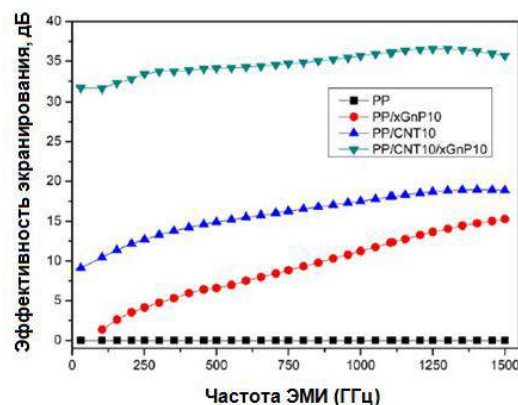


Рис. 7. Зависимости эффективности экранирования ЭМИ для полимеров с различными добавками от частоты излучения: PP – полипропилен; xGnP – графен; CNT – углеродные нанотрубки

Аналогичный синергетический эффект отмечается и при совместном введении в эпоксидную матрицу порошков МУНТ и феррита CoFe_2O_4 (по 16,7% масс.) [1]. Такая композиция обеспечивала достаточно высокие поглощающие способности в пределах -18 дБ, в то время как при таких же массовых долях введения только МУНТ или CoFe_2O_4 обеспечивались максимальные абсорбционные характеристики - 5 и -8 дБ соответственно в диапазонах частот 2-18 ГГц.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что применение УНС в экранировании ЭМИ имеет большие перспективы, особенно при использовании в авиационной и ракетной технике. При этом эффективность экранирования зависит от типа УНС, их размеров и концентрации, толщин экранирующих слоев. Кроме того, создание композиций с другими типами порошковых функциональных добавок позволяет повысить эффективность экранирования и расширить частотные диапазоны их эффективной защиты от ЭМИ.

Список литературы

1. Che R.C. Fabrication and microwave absorption of carbon nanotubes/ CoFe_2O_4 spinel nanocomposite / R.C. Che, C.Y. Zhi, C.Y. Liang, X.G. Zhou // *Applied Physics Letters*, 2006. – Vol. 88. – Iss.3. – 033105.
2. Huang Y. The influence of single-walled carbon nanotube structure on the electromagnetic interference shielding efficiency of its epoxy composites / Y. Huang, N. Li, Y. Ma et al. // *Carbon*, 2007. – Vol.45. – p.1614–1621.
3. Kim M.-S. Synergistic Effects of Carbon Nanotubes and Exfoliated Graphite Nanoplatelets for Electromagnetic Interference Shielding and Soundproofing / M.-S. Kim, J. Yan, K.-H. Joo et al. // *Journal of Applied Polymer Science*, 2013. – Vol.130. – Iss.6. – p. 3947-3951.
4. Liang J.-J. High microwave absorption performances for single-walled carbon nanotube–epoxy composites with ultra-low loadings / J.-J. Liang, Y. Huang, F. Zhang et al. // *Chinese Physics B*, 2014. - Vol.23. - No.8. - 088802 (6 pp).
5. Liang J. Electromagnetic interference shielding of graphene/epoxy composites / J. Liang, Y. Wang, Y. Huang et al. // *Carbon*, 2009. – Vol.47. – p. 922-925.
6. Park S.-H. Enhanced electromagnetic interference shielding through the use of functionalized carbon nanotube-reactive polymer composites / S.-H. Park, P. Theilmann, P. Asbeck, P.R. Bandaru // *IEEE Transactions on Nanotechnology*, 2009. – Vol.9. – Iss.4. – p. 464-469.

7. Singh B.P. Enhanced microwave shielding and mechanical properties of high loading MWCNT–epoxy composites / B.P. Singh, Prasanta, V. Choudhary et al. // Journal of Nanoparticle Research, 2013. – Vol.15. – 1554 (12pp).
8. Wang L.-L. Electromagnetic interference shielding effectiveness of carbon-based materials prepared by screen printing / L.-L. Wang, B.-K. Tay, K.-Y. See et al. // Carbon, 2009. – Vol. 47. – p. 1905-1910.

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С РЕЗИСТОМ И ПОДЛОЖКОЙ

Шолина И.С., Герасимов Д.А.

СПбГЭТУ "ЛЭТИ", г. Санкт-Петербург

Для реальной оценки возможных достижимых результатов по рентгеновскому экспонированию резистов с точки зрения разрешающей способности и производительности процесса экспонирования необходимо проанализировать особенности взаимодействия экспонирующего рентгеновского пучка с системой резист-подложка. Несмотря на то, что с помощью рентгеновской литографии в лабораторных условиях достигнуты размеры элементов порядка десятков нанометров [1-6], принадлежность рентгеновской литографии к групповым методом обработки, позволяющим одновременно обрабатывать часть подложки посредством экспонирования через рентгеношаблон, имеет свои особенности, поскольку пока разработки методов и принципов применения процессов самоорганизации и самосборки для создания элементов микросхем пока не перешагнули рамки фундаментальных исследований, несмотря на их очевидную перспективность [7-13].

При анализе взаимодействия рентгеновского излучения с резистом могут быть развиты два подхода. Первый рассматривает экспонирование резиста как сложный двухстадийный процесс, на первом этапе которого рентгеновское излучение взаимодействует с атомами резиста и подложки, вызывая генерацию фото и оже электронов, которые в дальнейшем и осуществляют собственно процесс полимеризации или деструкции резиста. Второй подход рассматривает рентгеновский квант как некую квазичастицу, которая и осуществляет процессы полимеризации и деструкции резиста, подобно электрону в процессах электронолитографии. В обоих случаях необходимо произвести оценку влияния различных факторов на параметры технологического процесса рентгеновской литографии, в особенности на производительность и разрешающую способность метода [14-18].

С точки зрения первого подхода разрешающая способность рентгенолитографии определяется длиной пробега фото и оже электронов, возникающих при поглощении рентгеновского излучения в резисте и играющих доминирующую роль в изменении физико-химических свойств и структуры резистивной пленки. Однако при производстве интегральных микросхем с размерами элементов порядка 0,1 мкм на качество получаемых в резисте изображений могут оказать влияние как величина пробега этих электронов в резисте, так и дополнительное экспонирование резиста, вызванное фото и оже электронами, вылетевшими из подложки и рентгеношаблона в слой резиста. Влияние этих электронов в процессах электронной литографии является определяющим, поэтому важно изучить и оценить их возможное влияние и в рентгенолитографии [19,20].

Величина дополнительной экспозиции резиста за счет фото и оже электронов, вылетевших из подложки, зависит от длины волны падающего рентгеновского излучения, материала подложки, состава и структуры резиста.

При разработке теоретических моделей и проведении экспериментальных исследований целесообразно связывать достижимое разрешение с размерами зоны, в которой поглощается энергия, необходимая для полной полимеризации или деструкции резиста. В качестве критерия оценки влияния различных факторов на разрешающую способность рентгенолитографии разумно принимать энергию, потерянную квантами излучения (либо электронами в случае первой модели) в единице объема резиста как функцию расстояния от границы рентгеновского пучка. Очевидно, что когда доза энергии, поглощенной в этой зоне, становится достаточной для полимеризации или деструкции резиста, происходит уширение экспонированной линии.

Для рассмотрения процесса энерговыделения в резисте в зоне "геометрической тени" целесообразно ввести понятие зоны формирования скрытого изображения, которая определяет минимальное расстояние

между линиями, исключающее возможность образования нежелательных элементов рисунка, возникающих за счет перекрытия зон формирования скрытого изображения. Зона формирования скрытого изображения определяет максимально возможное при самых неблагоприятных условиях экспозиции и самых плохих характеристиках используемых материалов распространение как электронов в случае первой модели, так и квантов рентгеновского излучения (вторая модель) в слое резиста за пределами зоны, соответствующей геометрии рентгеновского пучка.

Зону, ограниченную линиями равной поглощенной энергии, равной удельной критической энергии полимеризации определим как зону эффекта близости. Она зависит от состава и структуры резиста, энергии и дозы облучения. При увеличении дозы больше критической (переоблучении), линия равной поглощенной энергии будет смещаться, а, следовательно, и зона эффекта близости будет расширяться вплоть до границы зоны формирования скрытого изображения, но не сможет ее превысить ни при каких дозах облучения.

В случае позитивных резистов фото и оже электроны могут проэкспонировать слой резиста на границе резист-подложка, что приведет к всплыванию всей пленки резиста в процессе проявления, поэтому необходимо оценивать влияние электронов подложки в процессе производства. Для разработки экспериментального макета необходимо обосновать выбор параметров источника рентгеновского излучения, исходя из требований приемлемого времени экспонирования, согласования генерируемого источником рентгеновского излучения с характеристиками наиболее типичных рентгеновских резистов в области максимального поглощения и удобства эксплуатации.

Список литературы

1. Марголин В.И., Жабрев В.А., Тупик В.А. Физические основы микроэлектроники: учебник для студ. высш. учеб. заведений.- М.: Издательский центр "Академия", 2008.- 400 с. гриф УМО
2. Жабрев В.А., Марголин В.И., Павельев В.С. Введение в нанотехнологию (общие сведения, понятия и определения): учеб. пособие.- Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007.- 172 с.
3. Марголин В.И., Жабрев В.А., Лукьянов Г.Н., Тупик В.А. Введение в нанотехнологию: Учебник, - СПб.: Издательство "Лань", 2012.- 464 с. гриф УМО
4. Кузнецов Н.Т., Новоторцев В.М., Жабрев В.А., Марголин В.И. Основы Нанотехнологии: Учебник, М.: Изд-во "Бином. Лаборатория знаний", 2014.- 397 с. гриф УМО
5. Марголин В.И., Жабрев В.А., Тупик В.А., Аммон Л.Ю. Методы синтеза наноразмерных структур. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2013. 287 с.
6. Грачев В.И., Жабрев В.А., Марголин В.И., Тупик В.А. Основы синтеза наноразмерных частиц и пленок.- Ижевск, Изд-во "Удмуртия", 2014. 200 с.
7. Zhabrev V.A., Margolin V.I. Some Questions in Fractal Nanotechnology // Inorganic Materials, 2008, Vol. 44, No 13, pp 65-82. © Pleiades Publishing, Ltd, 2008
8. Аммон Л.Ю., Марголин В.И. Моделирование роста наноразмерных пленок в вакуумных технологиях // Вакуумная техника и технология.- 2009, т. 19.- № 3.- С. 159-164.
9. Жабрев В.А., Чуппина С.В., Марголин В.И. Самоорганизация как осознанный выбор направления химического процесса // Физика и химия стекла.- 2008. Т.34.- № 6.- С. 841-865.
10. Жабрев В.А., Чуппина С.В., Марголин В.И. Самоорганизация как детерминированный выбор направления химического процесса. Часть I. Химический аспект. // Нанотехника.- 2011.- № 4.- С. 44-52.
11. В.А. Жабрев, С.В. Чуппина, В.И. Марголин. Самоорганизация как детерминированный выбор направления химического процесса. Часть II. Информационный и фрактальный аспекты. Нанотехника. 2012. № 3 (31). С. 3 – 11.
12. Жабрев В.А., Марголин В.И., Тупик В.А., Аммон Л.Ю., Фантиков В.С. Самоорганизация наноразмерных частиц в процессах их агрегации // Известия академии Инженерных Наук им. А.М. Прохорова.- 2013.- № 3.- С.3-18.
13. Жабрев В.А., Марголин В.И., Тупик В.А. О самоорганизации наноразмерных частиц в процессах их агрегации // Нанотехника.- 2013.- № 1 (33).- С. 25-31.
14. Бестаев М.В., Жабрев В.А., Марголин В.И., Арутюнянц А.А. Физико-химические и химико-технологические основы субмикронной технологии: Учебное пособие; Сев.-Осет. гос. ун-т им. К.Л. Хетагурова. Владикавказ: Изд-во СОГУ, 2009.- 172 с. гриф УМО

15. Жабрев В.А., Лукьянов Г.Н., Марголин В.И., Рыбалко В.В., Тупик В.А. Введение в нанотехнологию. Учебное пособие - Московский государственный институт электроники и математики (технический университет), М., 2007.- 293 с.
16. Margolin V.I., Seidowski E. Untersuchungen zur Niederspannungs - Elektronenstrahlolithografie // Feingeratetechnik/- 1979.- № 8.- С. 351-353.
17. Марголин В.И., Тупик В.А. Исследование литографических характеристик электроно и рентгенорезистов // Известия вузов России. Радиоэлектроника.- 1998.- вып.1.- С. 82 - 85.
18. Серов И.Н., Жабрев В.А., Марголин В.И. Проблемы нанотехнологии в современном материаловедении // Физика и химия стекла. 2003, Т. 29, № 2. С. 242 – 256.
19. Марголин В.И., Шишов С.Е. Перспективы и проблемы нанотехнологий // О национальной доктрине развития в Российской Федерации нанотехнологий. Аналитический сборник.- М.: 2006.- Издание Совета Федерации.- С. - 54 – 63
20. Жабрев В.А., Марголин В.И., Мамыкин А.И., Тупик В.А. Фронтальные аспекты наномира // Сборник научных трудов и инженерных разработок. Ориентированные фундаментальные исследования - новые модели сотрудничества в инновационных процессах.- М.: "Эксподизайн-Холдинг", 2008.- С. 117 - 121.

СЕКЦИЯ №20. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЯЗВИМОСТЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ УГРОЗЫ

Варлатая С.К., Файзенгер А.А., Тимофеева А.И.

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Определение уязвимостей информационной системы (ИС) — это один из основных этапов оценки рисков в информационной системе. Уязвимость - это какая-либо характеристика или свойство ИС, использование которой злоумышленником может привести к реализации угрозы. Угроза представляет собой вероятностное событие или процесс, которое посредством воздействия на компоненты информационной системы может привести к нанесению ущерба активам организации, в частности нарушению конфиденциальности информации ограниченного доступа.

Производя атаку, злоумышленник использует уязвимости информационной системы. Иначе говоря, если нет уязвимости, то отсутствует и угроза атаки, её использующая. Поэтому одним из важнейших механизмов защиты информации ограниченного доступа организации и является процесс поиска, оценки и устранения уязвимостей ИС. Оценка уязвимостей формируется на основе совокупности сведений о наличии, качестве и количестве известных технических ошибок и недостатков в защищаемой информационной системе.

Классификация уязвимостей по источникам возникновения.

1. Уязвимости микропрограмм, прошивок, а также драйверов аппаратных средств могут представлять собой:

- Недекларированные возможности (НДВ) различных программ.
- Отсутствие необходимых средств защиты информации (СЗИ) (аутентификации, проверки целостности, проверки форматов сообщений)
- Ошибки в программах, которые при определенных условиях приводят к сбоям.

Указанный пункт имеет средний уровень вероятности реализации, потому что производители такого ПО, как прошивки и драйверы, либо зачастую не включают в свой продукт необходимые СЗИ и любой желающий может изменить его по своему усмотрению, что не требует огромных знаний, либо допускают ошибки во время создания программного обеспечения (ПО), которые выявляются через значительное количество времени, но не устраняются патчами. Как результат злоумышленник сможет собрать различную информацию о ИС или получить доступ с правами администратора.

2. Уязвимости в процессе инициализации операционной системы:

- Перехват паролей или идентификаторов, модификация программного обеспечения базовой

системы ввода – вывода (BIOS), перехват управления загрузкой с изменением необходимой технологической информации для несанкционированного доступа (НСД).

Уязвимости данного пункта имеют низкий уровень вероятности, так как реализация требует высокий уровень знаний в программировании, устройстве BIOS. К тому же обновление или использование BIOS осуществляется крайне редко в организациях. Нарушитель сможет войти в систему с административными правами.

3. Уязвимости прикладного или специального программного обеспечения (ПО) могут возникать:

- При несовместимости программ, связанных с распределением ресурсов ИС.
- при изменении прикладных программ определенным образом или использовании ошибок в них для НСД в ИС.
- НДВ прикладного ПО.
- Отсутствие необходимых средств защиты информации.

Здесь преобладает высокий уровень вероятности, потому что не требуются углубленные знания программирования, многие прикладные программы имеют ошибки, которые длительное время не исправляются и использование которых дает высокий уровень полномочий в информационной системе.

4. Уязвимости на сетевом уровне модели OSI:

- аутентификация протокола ARP осуществляется на базе открытого текста, то есть передается в незашифрованном виде, следовательно, имеется возможность перехвата трафика злоумышленником.

Из-за того, что уязвимости на сетевом уровне широко известны, но либо теоретически не устранимы, либо им не уделяется должное внимание обслуживающим персоналом, присутствует средняя вероятность реализации. Для них требуются достаточные знания в области построения информационных сетей. Злоумышленник может осуществить сбор необходимой информации об учетной записи пользователя ИС или получить к ней доступ.

5. Уязвимости на транспортном уровне модели OSI:

- в связи с отсутствием механизма предотвращения перегрузок буфера в протоколе UDP присутствует возможность реализации UDP шторма, в результате которого происходит существенное снижение производительности сервера.
- отсутствие аутентификации управляющих сообщений протокола RIP об изменении маршрута дает возможность перенаправления трафика.
- В протоколе TCP имеется следующая уязвимость: не проводится проверка корректности заполнения служебных заголовков пакета и как результат происходит значительное снижение скорости обмена и даже полный разрыв произвольных соединений TCP.

Для осуществления указанных уязвимостей необходимы углубленные знания и специализированное ПО. И как следствие, они имеют средний уровень вероятности реализации. Как следствие, нарушитель существенно снизит производительность информационной системы.

6. Уязвимости на сеансовом уровне модели OSI:

- из-за отсутствия поддержки аутентификации заголовков сообщений может быть превышена пропускная способность сети в протоколе SNMP.
- В протоколе SMTP отсутствие поддержки аутентификации заголовков сообщений может привести к подделыванию сообщений электронной почты, а также адреса отправителя.
- В протоколе FTP пароли пересылаются в открытом виде, поэтому злоумышленник может перехватить данные учетной записи, а также имеются в наличии два открытых порта, что дает возможность получения удаленного доступа к хостам.
- В системе доменных имен (DNS) уязвимость заключается в следующем: отсутствуют проверка аутентификации полученных данных от источника, которая приводит к фальсификации ответа DNS – сервера.

Так же, как и в 5 пункте, необходимы солидный уровень подготовки и наличие специального программного обеспечения, поэтому уязвимости на сеансовом уровне имеют средний уровень вероятности. После их реализации злоумышленник может нарушить работу ИС, получить доступ к учетной записи пользователя. Данные утверждения относятся и к пунктам 7-8.

7. Уязвимости на уровне представления модели OSI:

Уязвимости, которые выявляются на уровне представления модели OSI, описаны в пункте 6.

8. Уязвимости на прикладном уровне модели OSI:
 - В качестве примера можно привести сервис Telnet, в котором логин и пароль передаются в открытом виде. Это явный недостаток, заложенный на этапе проектирования. Или уязвимости программного обеспечения WEB.
 9. Уязвимости СЗИ представляют собой:
 - Функции и процедуры, относящиеся к различным программным средствам защиты информации и несовместимые между собой.
 - Функции и процедуры, модификация которых позволяет использовать их для проникновения в информационную систему.
 - Ошибки в СЗИ, которые при определенных условиях приводят к неработоспособности.
- Уязвимости СЗИ имеют минимальный уровень вероятности, так как злоумышленник должен знать исходный код и каким образом устроено средство защиты информации. И в итоге он получает доступ в информационную систему в обход СЗИ.

Институты, производители ПО в области информационной безопасности составляют обширные базы данных, в которые включают известные уязвимости, для ускорения процесса их исправления, а также защиты от этих уязвимостей. В результате работы по составлению таких баз данных появился список стандартных названий для уязвимостей **Common Vulnerabilities and Exposures (CVE)**.

Список литературы

1. Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных (выписка). ФСТЭК России, 2008 год.
2. Курс «Безопасность Информационных Технологий» [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://asher.ru/security/book/its>, свободный (дата обращения: 03.12.2016).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ВАЛЬДА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Чернецова Е.А. , Шишкин А.Д.

РГГМУ, РФ, г. Санкт-Петербург

При дистанционном зондировании морских акваторий данные представляют собой монохромные радиолокационные изображения (РЛИ), которые используются для обнаружения и классификации выделенных аномалий. Эти данные отправляются на хранение в банк данных, либо претерпевают в системе некоторую обработку и затем передаются потребителю в виде, удобном для принятия решений. Для автоматизации решения задачи распознавания нефтяного пятна на морской поверхности, и отличия его от ветрового слика необходимо иметь банк данных РЛИ, по которым производится оценка их параметров.

Задача исследования состоит в определении минимального количества изображений каждого объекта (нефтяного пятна или ветрового слика), достаточного для работы автоматизированного классификатора объектов, если для работы классификатора используются: а) ряды параметров распределений, аппроксимирующих гистограммы изображений; б) ряды интенсивности пикселей изображений.

В работе [1] обсуждалось применение для целей распознавания образов нефтяного пятна и ветрового слика построенных гистограмм оттенков серого цвета на выделенном фрагменте РЛИ. Считаем, что на РЛИ проведена фрагментация выделенных участков и построены гистограммы распределений яркости. В дальнейшем предполагалась аппроксимация этих гистограмм законами распределения вероятностей с определением параметров этих распределений. Однако исследования показали, что, поскольку изображения являются двумерными, законы распределения вероятностей интенсивности пикселей на изображениях нефтяного пятна и ветрового слика могут, как отличаться друг от друга по параметрам, так и быть похожими друг на друга. Поскольку реальные ПРВ не известны, то представляется наиболее целесообразным создание непараметрического автоматизированного классификатора рассматриваемых образов.

Задача исследования состоит в определении минимального количества изображений каждого объекта (нефтяного пятна или ветрового слика), достаточного для работы автоматизированного классификатора

объектов, если для работы классификатора используются: а) ряды параметров распределений, аппроксимирующих гистограммы изображений; б) ряды интенсивности пикселей изображений.

В задачах непараметрического оценивания часто делается предположение альтернатив Лемана. В данном исследовании применяется оценка Ходжеса-Лемана, относительно которой было установлено, что она мало отличается от широко распространенной для решения подобных задач статистики Вилкоксона, но уменьшает количество необходимых вычислительных затрат [2].

Оценка сдвига распределений Ходжеса-Лемана. представляет собой медиану всех возможных пар разностей элементов одной и другой групп:

$$r_{ij} = \text{med}(x_{ui} - x_{vj}); u = 1, \dots, n_i; v = 1, \dots, n_j. \quad (1)$$

где x_{ui} и x_{vj} - параметры пикселей по координате ui и j .

Положительное свойство этой медианы состоит в том, что насколько первая группа "больше" второй, настолько вторая "меньше" первой, то есть: $r_{ij} = -r_{ji}$.

Существенным недостатком медианы Ходжеса-Лемана является нетранзитивность. Если x больше y на a , а s больше y на b , то желательно, чтобы s было больше x на величину $a+b$. Медиана этим свойством не обладает [3].

Однако, поскольку в нашем случае имеется только две альтернативы, то статистику Ходжеса-Лемана использовать правомерно.

В качестве инструмента используем последовательный критерий отношения вероятностей Вальда (п. к. о. в.) [4,5], основанный на последовательных рангах, расставив замеры сравниваемых выборок так, чтобы они чередовались: $x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n$. Обозначим объединенные замеры на k -том шаге вектором $V(k) = [v_1, v_2, \dots, v_k]$, где $v_1 = x_1, v_2 = y_1$ и т.д. Пусть $S(k) = [S_1, S_2, \dots, S_k]$ есть вектор последовательных рангов для $V(k)$, а

$$\lambda_k = \frac{P_k(S(k)/H_1)}{P_k(S(k)/H_0)} \quad (2)$$

представляет собой последовательное отношение вероятностей на k -том шаге процесса [5]. Если верна гипотеза H_0 , то для произвольного вектора S из $S(k)$ имеем $P_k(S(k) = S/H_0) = 1/k!$ и, следовательно, можно вычислить $P_k(S(k) = S/H_1)$, учитывая, что каждый полученный вектор S соответствует взаимно однозначным образом определенному порядку объединенных замеров x_i и y_i .

Таким образом, достаточно вычислить

$$P(v_1 \leq v_2 \leq \dots \leq v_k / H_1) = \int_{-\infty < t_1 \leq t_2 \leq \dots \leq t_k < \infty} \dots \int \prod_{t=1}^k df_i(P(t_i)), \quad (3)$$

где $f_i(P(t_i)) = P(t_i)$, когда v_i есть x и $f_i(P(t_i)) = f(P(t_i))$, когда v_i есть y .

В случае альтернатив Лемана имеем две гипотезы.

Гипотеза о наличии на изображении образа нефтяного пятна

$$H_0 : G = P(X),$$

против гипотезы о наличии на изображении ветрового сгика

$$H_1 : G = f(P(X)) = P^r(X); r > 0.$$

При этом последовательное отношение вероятностей на k -том шаге

$$\lambda_k = \frac{P_k(S(k)/H_1)}{P_k(S(k)/H_0)} = \frac{k!r^{k/2}}{\prod_{i=1}^k (\sum_{j=1}^i A_j)} \quad \text{для четных значений } k \quad (4)$$

и

$$\lambda_k = \frac{P_k(S(k)/H_1)}{P_k(S(k)/H_0)} = \frac{k!r^{(k-1)/2}}{\prod_{i=1}^k (\sum_{j=1}^i A_j)} \text{ для нечетных значений } k \quad (5)$$

$$\text{где } A_j = \begin{cases} 1; & \text{если } v_j \text{ есть } x, \\ r; & \text{если } v_j \text{ есть } y. \end{cases} \quad (6)$$

Таким образом, непараметрическая процедура определения количества изображений в банке данных, необходимого для распознавания образов нефтяного пятна или ветрового слика с использованием последовательного критерия отношения вероятностей Вальда сводится к следующему шагам:

Шаг 1: получение последовательного ранга $(k+1)$ -й выборки параметра классификации.

Шаг 2: Образовать вектор $A(k+1)$ из $A(k)$ и $S_{k+1} \dots$

Шаг 3. Вычислить последовательное отношение вероятностей по формуле (4) или (5) и сравнить с останавливающими границами.

Обозначим e_{ij} - вероятность принятия гипотезы H_i , тогда как в действительности верна гипотеза H_j ; $i, j = 0, 1$. Тогда останавливающие границы (пороги) в п.к.о.в. Вальда приближенно равны

$$A = \frac{1 - e_{01}}{e_{10}}, \quad B = \frac{e_{01}}{1 - e_{10}} \quad (7)$$

А связь между средним числом измерений $E(k)$ и параметром r приближенно описывается зависимостью

$$E_r(k) \cong \frac{\log[(1 - e_{10})/e_{01}]}{\log \frac{1}{2}(r^{-1/2} + r^{1/2})}, \quad (8)$$

С целью проверки выдвинутых предположений был выполнен компьютерный эксперимент по моделированию описанного выше пошагового последовательного алгоритма. Определялось необходимое количество образцов РЛИ при двух видах исходных параметров: а) по параметрам аппроксимирующих распределений; б) по интенсивности пикселей изображений по вертикали и горизонтали.

Для решения рассматриваемой задачи в эксперименте было принято $e_{10} = e_{01} = 0,1$. При этом пороги п.к.о.в. Вальда равны $A=9,0$ и $B=0,11$.

Моделирование показало, что использование для работы автоматического классификатора образов нефтяного пятна и ветрового слика на изображении морской поверхности в качестве параметра интенсивности пикселей позволит снизить требования к объему банка данных по сравнению с использованием для той же целей аппроксимации гистограмм оттенков серого известными законами распределения вероятностей.

Список литературы

1. Чернецова Е.А. Дистанционный мониторинг нефтяных загрязнений в водной среде. Монография. - LapLambertAcademicPublishing GmbH&Co.KG, 2011, - 123 p.
2. Роечко А.А., Лукин В.В., Зеленский А.А. Определение параметра сдвига выборки данных с симметричным негауссовым распределением на основе использования методов адаптивного робастного оценивания/Радіоелектронні і комп'ютерні системи, 2005, № 2(10), с.78-87
3. Шеломовский В.В. Электронный учебник по дисциплине "Математическая статистика"/ Мурманский федеральный государственный педагогический университет – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.exponenta.ru/educat/systemat/shelomovsky/lab/lab07.asp>
4. Шишкин А.Д., Чернецова Е.А. Последовательное решающее правило классификации аномалий на морской поверхности/ Журнал "Системы управления и информационные технологии", №2(52), 2013. – с. 94-97

5. Фу К. Последовательные методы в распознавания образов и обучении машин. / Пер. с англ.-Изд. «Наука».-М.:1971.-256 с.

СЕКЦИЯ №21.

МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2017 ГОД

Январь 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 января 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2017г.

Февраль 2017г.

IVМежвузовская 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 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2017г.

Март 2017г.

IVМежвузовская 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 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2017г.

Апрель 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2017г.

Май 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 мая 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2017г.

Июнь 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 июня 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2017г.

Июль 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 июля 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2017г.

Август 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 августа 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2017г.

Сентябрь 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2017г.

Октябрь 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 октября 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2017г.

Ноябрь 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2017г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2017г.

Декабрь 2017г.

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

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2017г.

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

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



Актуальные вопросы технических наук в современных условиях

Выпуск IV

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 января 2017 г.)**

г. Санкт-Петербург

2017 г.

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 10.01.2017.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 12,5.
Тираж 250 экз. Заказ № 013.

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