

Momenty wychowawcze

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ

Pedagogika żartobliwa

УЧЁНЫЙ

международный научный журнал

humoreska ponuga

Król

Maciuś Pierwszy

Dzieci ulicy

Koszalki i Srule

Jak kochać dziecko



12

2016
Часть III

16+

Koszalki-Opalki

Молодой учёный

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 12 (116) / 2016

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (*PhD*) по философским наукам

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарага Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хуснурин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Калдыбай Қайнар Калдыбайұлы, доктор философии (*PhD*) по философским наукам

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

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

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

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

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

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Международный редакционный совет:

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

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

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

Ахмеденов Кажмурат Максутович, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)

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

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

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

Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)

Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)

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

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

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

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

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

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

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

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

Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)

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

Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)

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

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственные редакторы: Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович, Майер Ольга Вячеславовна

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

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

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

Учредитель и изатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 15.07.2016. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

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

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Джумаев З.Ф., Хамроев Х.Х., Фатиллоев С.З.	
Свободные колебания упругого пространства, имеющего цилиндрическую полость	249
Джумаев З.Ф., Хамроев Х.Х., Фатиллоев С.З.	
Линейные колебания упругого криволинейного стержня	250
Долматова И.А., Быстрова А.А., Вавилова Н.А.	
Органолептические и физико-химические показатели качества блюд из мяса индейки, приготовленных в пароконвектомате	252
Долматова И.А., Быстрова А.А., Вавилова Н.А.	
Разработка рецептуры блюд из мяса индейки с применением пароконвектомата	255
Долматова И.А., Миллер Д.Э., Лаптева М.Д.	
Нетрадиционные способы обработки сырья в производстве порционных мясных полуфабрикатов	258
Евдокимов А.В.	
Учет влияния длительности действия нагрузки и вязкости битума на величину модуля упругости асфальтобетона	261
Жазыбаев К.М.	
Преимущества щебеноочно-мастичных асфальтобетонов, выявляемые при расчетах на сопротивление сдвигу и усталостному растяжению при изгибе	265
Зайцева Т.Н., Миллер Д.Э., Лаптева М.Д.	
Особенности химического состава и пищевой ценности затяжного печенья	269
Зайцева Т.Н., Ходакова Е.Е., Мироманова Ю.В.	
Особенности технологии приготовления дрожжевого теста с использованием нетрадиционного сырья	271
Зайцева Т.Н., Ходакова Е.Е., Мироманова Ю.В.	
Физико-химические показатели теста для мучных кулинарных изделий, обогащенного мукой грецкого ореха	275
Закиров Е.А., Малёв М.В.	
Уничтожение взрывных устройств с помощью робота	278
Закиров Е.А., Малёв М.В.	
Дрон-робот для сельского хозяйства	280

Закиров Е.А.

Оптическая система для обнаружения пожаров	282
--	-----

Звягинцева А.С.

Особенности проектирования и строительства дорожных одежд с основаниями из укрепленных грунтов	284
--	-----

Игамбердиев Х.Х., Абдурахманов Э.М.,

Сафаров А.А., Усманов К.Ш.

Устройство для определения значения критической силы Эйлера	288
---	-----

Каландаров Н.О., Камолов А.К.,

Бердиева С.У., Бахранова З.Б.

Выбор конструкционных материалов для оборудования установки газа и защита от коррозии	290
---	-----

Каландаров Н.О., Камолов А.К., Жураев Л.Ж., Бердиева С.У.

Защита промысловых нефтегазопроводов от коррозии	293
--	-----

Карпов А.Д., Корнилова Е.С.

Анализ системы требований к сельскохозяйственным дорогам	295
--	-----

Колесников В.В., Сальникова Е.Н.

Конструкция фотометрического пульсоксиметра для мочки уха с беспроводной связью	298
---	-----

Коржан Н.С., Карпов А.В., Филиппенко Н.Г.

Механическая обработка радиусов кривизны железнодорожных колёс	300
--	-----

Кудряшова Г.В.

Автоматизация верификации блоков электронных устройств поворота батареи солнечной космического аппарата	303
---	-----

Куйвашева А.В., Степанец В.Г.

Применение золоминеральных смесей в основаниях дорожной одежды при реконструкции ул. Ленина	306
---	-----

Лапин Р.П.

Оценка густоты дорожной сети	311
------------------------------------	-----

Леонов А.В., Чаплышкин В.А.

Роевой интеллект для управления БПЛА в FANET	314
--	-----

Лишак М. Ю., Рэнцэнмягмар Б. Вычисление дисперсии оценки временного положения радиосигнала на выходе колебательного контура.....	317	Нерозник С. А. Повышение параметров прочности и деформируемости песков стабилизированных вяжущими материалами	337
Мартынов Р. С. Управление судами с малой площадью ватерлинии в условиях волнения	322	Нутфуллаева Л. Н., Казакова М. А., Алимов С. Р. Основные требования к оборудованию влажно- тепловой обработки на швейных предприятиях	341
Михайлowsкая А. С. Методика контроля защищенности конфиденциальной информации в автоматизированной системе от несанкционированного доступа	327	Нутфуллаева Л. Н., Казакова М. А., Насриев Х. Утюжильная обработка швейных изделий и технологическая характеристика утюгов.....	344
Мищенко А. К., Коваленко М. В. Использование СПК207 для управления электроприводами шаровых кранов BELIMO с помощью модулей МУ110-8Р, МУ110-6У по протоколу Modbus RTU.....	331	Оладько В. С., Белозёрова А. А., Микова С. Ю., Нестеренко М. А. Проблемы информационной безопасности при использовании ERP-систем.....	346
		Олимов К. Т., Тухтаева З. Ш., Темирова Н. Э. Работа механизма нитепрятгивателя универсальной швейной машины	348

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Свободные колебания упругого пространства, имеющего цилиндрическую полость

Джумаев Зокир Фатиллоевич, кандидат технических наук, доцент;

Хамроев Хамза Хамидович, ассистент;

Фатиллоев Сардор Зокирович, студент

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Рассмотрим свободные колебания упругого пространства, имеющего цилиндрическую полость.

We shall Consider the own fluctuations cylindrical of the hole in boundless springy ambience.

Рассмотрим свободные колебания упругого пространства, имеющего цилиндрическую полость. Эту задачу будем решать с использованием потенциалов в цилиндрической системе координат. Волновые уравнения имеют вид [1]:

$$\nabla^2 \phi = \frac{1}{C_p} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2}, \quad \nabla^2 \psi = \frac{1}{C_s} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} \quad (1)$$

где ϕ и ψ — являются потенциалами перемещения, C_p и C_s — фазовые скорости распространения волн расширения и сдвига. Предполагаем, что при $r=a$ поверхность цилиндрической полости свободна от напряжения, т. е.

$$\sigma_{rr}|_{r=a} = \sigma_{\theta r}|_{r=a} = 0. \quad (2)$$

При собственных колебаниях на бесконечности ставятся укороченные условия Зоммерфельда, т. е.

$$\lim_{r \rightarrow \infty} \sqrt{r} \left(\sqrt{\frac{\partial \phi}{\partial r}} + i\alpha \phi \right) = 0 \quad \lim_{r \rightarrow \infty} \sqrt{r} \left(\sqrt{\frac{\partial \psi}{\partial r}} + i\beta \psi \right) = 0.$$

Решение уравнения (1) ищется в виде

$$\begin{pmatrix} \phi \\ \psi \end{pmatrix} = \sum_{n=0}^{\infty} \begin{pmatrix} \phi_n(r)\xi \\ \psi_n(r)\xi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix} e^{-i\omega t}, \quad (3)$$

где ω — частота; n -число волн; t -время;

Подставляя (3) в (1), получим уравнения Гельмгольца, решения которых имеет вид:

$$\begin{pmatrix} \phi \\ \psi \end{pmatrix} = \sum_{n=0}^{\infty} \begin{pmatrix} A_n H_n^{(1)}(\alpha r) + B_n H_n^{(2)}(\alpha r) \\ C_n H_n^{(1)}(\beta r) + D_n H_n^{(2)}(\beta r) \end{pmatrix}, \quad (4)$$

где $H_n^{(1),(2)}(z)$ — функции Ханкеля 1-го и 2-го рода n -го порядка; $\alpha = \omega/C_p$ и $\beta = \omega/C_s$ — волновые числа; A_n, B_n, C_n, D_n , — произвольные постоянные, которые определяются из граничных условий (2).

Из условия (2) следует, что $H_n^{(2)}(z)$ описывает сходящуюся волну, поэтому решения (4) примет вид

$$\begin{pmatrix} \phi \\ \psi \end{pmatrix} = \sum_{n=0}^{\infty} \begin{pmatrix} A_n H_n^{(1)}(\alpha r) \\ C_n H_n^{(1)}(\beta r) \end{pmatrix} \quad (5)$$

После подстановки (5) в граничные условия (2) получим систему алгебраических уравнений с комплексными коэффициентами

$$[D]\{q\} = 0, \quad (6)$$

где $\{q\} = \{A_n, C_n\}$ — вектор столбец произвольных постоянных; $[c]$ — квадратная матрица, элементы которой выражаются через функции Ханкеля первого рода n -го порядка. Для того, чтобы система (6) имела нетривиальное решение необходимо и достаточно

$$[c] = 0. \quad (7)$$

Корни трансцендентного (7) уравнения описывают частоту собственных колебаний полости. Частотное уравнение (7) принимает следующий вид:

$$D_p = xH_{p-1} \left([(p^2 - 1)yH_{p-1}(y) - (p^3 - p + y^2/2)H_p(y)] - H_p(x) \left[(p^3 - p + y^2/2)yH_{p-1}(y) - (p^2 + p - y^2/4)y^2H_p(y) \right] \right), \quad (8)$$

где

$$X = wa (\rho/(\lambda+2\mu))^{1/2}; y = wa (\rho/\mu)^{1/2},$$

λ и μ -коэффициенты Ляме; ρ - плотность материала.

Уравнение (8) после некоторых преобразований можно записать в следующем виде:

$$(p^2 - 1)F(x)F(y) - (y^2/2)(F(x) + F(y)) + p^2 - (p^2 - y^2/2)^2 = 0,$$

где $F(x) = xH_p^{-1}(x)/H_p(x)$, $p = 1, 2, 3\dots$

Сопровождаемые излучением продольных звуковых волн, что приводит к потере энергии, и тем самым, к затуханию колебаний. При $C_p >> C_s$ рассматриваемая задача эквивалентна задаче о собственных колебаниях тела. Частотное уравнение (9) принимает следующий вид:

$$(ka \frac{C_p}{C_s})^2 = 4(1 - ika), \text{ отсюда } \omega = \frac{2C_s}{a} \left(1 - i \frac{C_s}{C_p} \right)$$

где $k = \omega / C_p$, a — радиус.

Корни характеристического уравнения (9) находим по методу Мюллера [1].

Таблица 1. ($n=0,25$)

№	Наши результаты	P_{ao} и m_{ow} [1]	B_{nron} и P_{arnes} [2]
0	0,44741 - 0,44420i	0,44647 - 0,44127i	0,4464 - 0,4410i
1	1,09272 - 0,77653i	1,09272 - 0,7653i	1,0929 - 0,441i
2	1,907554 - 0,89782i	1,90754 - 0,8978i	1,9076 - 0,897i
3	2,75652 - 0,99151	2,75652 - 0,9915i	-
4	3,63132 - 1,06662i	3,63132 - 1,0666i	-
5	4,52440 - 1,13140i	4,52440 - 1,1314i	-

На основе приведенных исследованию выявлено, что рассматриваемая механическая система имеет дискретный комплексный собственный частоты.

В таблице 1 приведено сравнение численной результатов с другими авторами [2,3]. Полученные результаты показывают, что с увеличением модуля упругости соответствующие собственные частоты механической системы медленно увеличиваются.

Литература:

- Сафаров, И. И. Колебания и волны в диссипативно неоднородных средах и конструкциях.// Ташкент: Фан, 1992,— С. 250.
- Pao, Y. H., and Mow C. C., 1973, Diffraction of Elastic Waves of Dynamic stress concentrations, crane, Russakand Company, New York.
- Baron. M.L., and Parnes A. T. 1961, "Diffraction of a Pressure Wave by a cylindrical Cavity in an Elastic medium" ASME Jourwal of AppliedMechawics, Vol. 28, pp. 347–354.

Линейные колебания упругого криволинейного стержня

Джумаев Зокир Фатиллоевич, кандидат технических наук, доцент;
Хамроев Хамза Хамидович, ассистент;
Фатиллоев Сардор Зокирович, студент.
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В работе рассматриваются линейные собственные колебания упругого криволинейного стержня.
In this work linear collaboration of an elastic wry stock is learned.

Задача о собственных колебаниях криволинейного стержня, контактирующего с вязкой жидкостью сводится к спектральной задаче по параметру ω для системы обыкновенных дифференциальных уравнений [1]

$$\begin{aligned} \frac{du}{dx} &= \frac{T}{ES(1+\beta_3\omega)} + K\omega; \quad \frac{dT}{dx} = KQ_1 + \omega(\alpha_1\omega - \omega^2); \\ \frac{d\omega}{dx} &= \theta - Ku; \quad \frac{dQ_1}{dx} = KT - \omega(\alpha_3\omega - S\omega^2); \\ \frac{d\theta}{dx} &= \frac{M_1}{EI_1K(1+\beta_3\omega)}; \quad \frac{dM_1}{dx} = Q_1 - \rho J_1\omega^2\theta \end{aligned} \quad (1)$$

где ρ — плотность материала; M — крутящий момент относительно оси вращения; K — кривизна осевой линии; S — поперечное сечение.

Полагается, что при собственных колебаниях упругого стержня отсутствуют взаимодействия неупругого происхождения, включая трение, и движение подчиняется гармоническому закону

$$Y(x,t) = Y_0(X)e^{j\omega t}, \quad (2)$$

где Y — вектор собственных форм; ω — частота колебаний. В этом случае

$$F = G = m = O, \beta = 0.$$

Колебания сплошного криволинейного стержня. Рассматривается стальной криволинейный стержень постоянного прямоугольного сечения и постоянной кривизны, один конец которого жёстко заделан, а другой свободен. Размер стержня (в мм): длина 210; поперечное сечение 3,2*18,2; радиус кривизны 57,8. Подлежат исследованию собственные изгибо-продольные колебания. И после некоторых преобразований (1) получим следующий синтез обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{du}{dx} &= \frac{T}{KS} + K\omega; \quad \frac{d\omega}{dx} = Q - Ku; \\ \frac{dQ}{dx} &= \frac{m}{KJ}; \quad \frac{dT}{dx} = KQ - pS\omega^2u; \\ \frac{dQ}{dx} &= KQ - pS\omega^2; \quad \frac{dM_2}{dx} = Q - pS\omega^2\theta, \end{aligned} \quad (3)$$

где $K=1$ для сложных стержней в силу условий закрепления на краях стержня справедливы соотношения $X = O; U = W = Q = O; X = L; T = Q_1 = M_1 = O$. (4)

Необходимо найти также значения ω , при которых система уравнений с краевыми условиями (4). Последняя задача была решена численно методом ортогонального прогонки Годунова. Найденные для значений

$E = 19,6 * 10^4$ МПа, $p = 8$ г/см³ первые три собственные частоты колебаний приведены в таблице вместе с результатами эксперимента.

Частота ω (Гц)			
№ частоты	1	2	3
Расчёт	75,3	212	713
Эксперимент	75	204	680

Согласно таблице, отличие между экспериментальными и расчётными данными больше для высоких частот, но в целом не превышают 5 %.

Колебания тонкостенного криволинейного стержня. Исследуются собственные изгибо-родольные колебания стальной трубы Бурдона плоскоovalьного сечения, закреплённой также, как и стержень в примере I. Размеры трубы (в мм): длина 240; толщина стенки 0,2; большая и малая полуоси сечения 9,5 и 3,2; радиус кривизны 45,2. Модуль Юнга $E = 20,6$ МПа; объёмная плотность $p = 78$ г/см³, коэффициент Пуассона $\gamma = 0,25$.

Постановка спектральной проблемы даётся соотношениями (3) и (4). Минимальная соответственная частота, полученная при решении краевой задачи методом ортогональной прогонки, составляет 88,6 Гц.

По данным эксперимента, первый резонанс трубы наблюдался на 100 Гц. Несколько заниженное расчётное значение частоты объясняется тем, что стержневая модель не учитывает реальных условий закрепления на концах трубы, вблизи которых эффект Кармана проявляется в меньшей степени.

Здесь, в отличие от упругого случая, собственная частота ω и собственная форма колебаний могут принимать комплексные значения. Действительная и мнимая части величины ω имеют физический смысл соответственно и частоты и скорости затухания колебательного процесса по времени. Логарифмический декремент затухания вычисляется по формуле:

$$\delta = 2\pi \frac{|\operatorname{Im} \omega|}{\operatorname{Re} \omega}.$$

Краевая задача (1) была решения численно методом ортогональной прогонки в комплексной арифметике. Численный анализ задачи о собственных колебаниях криволинейного стержня, контактирующего с вязкой жидкостью, позволил сделать следующие выводы.

С ростом собственного движения декременты затухания увеличиваются при наличии внутреннего трения и уменьшаются при внешнем трении. Причем, с увеличением интенсивности диссипации апериодические режимы (чисто мнимые собственные значения) возникают, начиная с наиболее высоких номеров собственных движений, в случае внутреннего трения, и с наиболее высоких номеров собственных движений в случае внешнего трения. Исключения из этого правила наблюдались только при неоднородном внешнем трении для сильно искривленных стержней ($KL > 3,14$), у которых с ростом KL максимальный декремент затухания переходит с первого собственного движения на второе. В случае прямого стержня аналогичный эффект был впервые установлен Бидерманом.

При однородной диссипации собственные формы совпадают с соответствующими по номеру собственными формами упругих колебаний. Для колебательных режимов мнимые части собственных значений линейно зависят от параметра в случае внутреннего трения. В случае внешнего трения мнимая часть различных собственных значений одинаково не зависит от кривизны оси и определяется выражением

$$\operatorname{Im} \omega = \frac{J_1 k}{2SL^2} \hat{\alpha}_2.$$

Если трение неоднородно, собственные формы зависят от интенсивности диссипации, причем колебания различных пространственных точек сдвинуты по фазе. Благодаря учету диссипации энергии, модель вязкоупругого стержня позволяет исследовать вынужденные установившиеся колебания при резонансах. Предположим, что стержень подвергается воздействию так, что его конец в месте закрепления совершает плоское движение по известному гармоническому закону

$$u = U e^{i\omega t}, \omega = W e^{i\omega t}, \theta_1 = H e^{i\omega t},$$

или с учетом замены (1)

$$x = 0; U^0 = U, W^0 = W, \theta_1^0 = H. \quad (5)$$

Тогда формы установившихся колебаний суть решения краевой задачи (1) и (5). В данном случае величина ω принимает известные действительные значения и имеет смысл круговой частоты вынуждающего воздействия.

Из физических соображений понятно, что при наличии диссипации однородная спектральная задача (1), (5) будет иметь ненулевые решения только для комплексных собственных значений ω . Это решение, как и решение задачи о собственных значениях, определялось с помощью программного аппарата методом ортогональной прогонки.

Литература:

- Сафаров, И. И. Колебания и волны в диссипативно неоднородных средах и конструкциях.// Ташкент: Фан, 1992,— С. 130.
- Базаров, М. Б., Сафаров И. И., Шокин Ю. И. «Численное моделирования колебаний диссипативно однородных и неоднородных механических систем».— Новосибирск: Изд.СО РАН.1996.—189 ст.

Органолептические и физико-химические показатели качества блюд из мяса индейки, приготовленных в пароконвектомате

Долматова Ирина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Быстрова Анастасия Александровна, студент;

Вавилова Наталья Александровна, студент

Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова

В условиях рыночной экономики предприятия ресторанных бизнеса должны быть конкурентоспособными. Отличие ресторанных бизнеса заключается в высокой степени риска. На рентабельность предприятий общественного питания оказывает влияние множество факторов, но наиболее значимыми являются исследование рентабельности блюд в меню и способность производить и реализовывать блюда высокого качества. В настоящее время качеству уделяется огромное внимание. [1]

Объектами исследования явились следующие блюда из мяса индейки, приготовленные с применением разных технологических режимов и параметров:

- Голень запеченная с картофелем;
- Крылышки индейки запеченные в горчичном маринаде;
- Филе индейки в кефире. [3]

Использовали для оценки качества блюд органолептический и физико-химические методы исследования. Анализ органолептических показателей блюд из мяса индейки проводили в соответствии с ГОСТ 9959 «Продукты

мясные. Органолептический метод определения показателей качества».

Измерительными методами определяли содержание влаги, жира, кислотное число.

Определение содержание влаги в исследуемых образцах определяли по ГОСТ 9793 «Мясные продукты. Метод определения содержания влаги». Сущность метода определения влаги заключается в высушивании навески исследуемого образца в сушильном шкафу при температуре $150 \pm 2^\circ\text{C}$ до постоянного веса.

Метод определения жира основан на извлечении жира в аппарате Сокслета этиловым эфиром. О количестве извлеченного жира судят по его массе после удаления растворителя. Принцип метода определения белка заключается в том, что навеску исследуемого продукта сжигают крепкой серной кислотой в присутствии катализатора — сернокислой меди. При минерализации все органические вещества окисляются, а выделившийся аммиак связывается серной кислотой в виде сульфата аммония. Затем аммиак в присутствии избытка щелочи отгоняют и улав-

ливают титрованным раствором серной кислоты. Определяют количество кислоты, нейтрализованной аммиаком, и, зная ее титр по азоту, вычисляют содержание общего азота в исследуемом материале.

Метод определения кислотного числа основан на титровании свободных жирных кислот в эфирно-спиртовом растворе жира водным раствором щелочи в присутствии индикатора. Эфир служит растворителем жира, а этанол применяют для гомогенизации системы, образуемой водным раствором щелочи и жиром в процессе титрования. Гомогенизация достигается благодаря хорошему смешиванию спирта с водой и органическими растворителями. Кислотное число выражают количеством мг КОН, пошедшего на нейтрализацию свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира.

В ходе исследования были проведены опыты по сравнению органолептических показателей блюд, приготовленных как на пароконвектомате, так и традиционным методом. Результаты органолептических исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты органолептических исследований блюд из мяса индейки, приготовленных традиционным способом и на пароконвектомате

Показатель	Исследованные образцы блюд из индейки	
	На плите традиционным способом	Пароконвектомат
Цвет	Светло-кремовый	Светло-кремовый
Консистенция	Мягкая	Более мягкая, нежная
Вкус	в меру солёный, без горечи, с ярко выраженным ароматом, присущим данному виду птицы и используемых приправ	в меру солёный, без горечи, с ярко выраженным ароматом, присущим данному виду птицы и используемых приправ
Сочность	Сочная	Более сочная

Как свидетельствуют данные таблицы 1, при исследовании по органолептическим показателям блюда получаются с равномерным колером, обладают нежной консистенцией, более сочные, с хорошим вкусом и ароматом. Необходимо отметить, что изделия, запеченные в пароконвектомате, имеют менее поджаристую корочку. [2]

Для проведения балльной оценки качества блюд из индейки приготовленных традиционным способом и на па-

роконвектомате, была создана дегустационная комиссия в количестве 15 человек. Были подвергнуты сравнению следующие блюда: запеченное бедро индейки; филе индейки с яблоком и луком; голень, запеченная с картофелем; крылышки индейки, запеченные в горчичном маринаде; филе индейки в кефире. Результаты балльной оценки блюд представлены в таблице 2.

Таблица 2. Балльная оценка блюд из индейки

Показатель	Исследованные образцы блюд из индейки					
	Традиционным способом			Пароконвектомат		
Исследуемые блюда	Голень, запеченная с картофелем	Крылышки индейки, запеченные в горчичном маринаде	Филе индейки в кефире	Голень, запеченная с картофелем	Крылышки индейки, запеченные в горчичном маринаде	Филе индейки в кефире
Цвет	4,7	4,8	4,8	4,8	5,0	4,9
Консистенция	4,8	4,9	4,8	4,9	5,0	4,9
Вкус	4,8	4,8	4,7	5,0	4,9	4,4
Сочность	4,4	4,4	4,5	5,0	5,0	4,9
Средний балл	4,7	4,7	4,7	4,9	5,0	4,9

Полученные данные свидетельствуют о том, что особенно существенны различия при оценке такого показателя, как сочность. Блюда, приготовленные традиционным способом, имеют меньшую сочность, это подтверждается

и тем, что данные блюда имеют меньшие показатели при определении влажности готовых изделий.

Результаты исследований высушивания исследуемых блюд в аппарате ВЧ представлены в таблице 3.

Таблица 3. Содержание влаги в блюдах из индейки

Наименование блюда	Содержание влаги, %	
	в пароконвектомате ПКА 6-1/ЗП	традиционным способом
Голень, запеченная с картофелем	72,57	69,73
Крылышки индейки, запеченные в горчичном маринаде	46,46	36
Филе индейки в кефире	40,2	30,9

Данные показывают, что во всех блюдах, приготовленных на пароконвектомате содержание влаги в продукте выше, чем у блюд, приготовленных на плите. Это объясняется тем, что в пароконвектомате создается bla-

гоприятный температурно-влажностный режим, который препятствует излишнему испарению влаги из продукта.

Результаты исследований определения жира методом Гербера представлены в таблице 4.

Таблица 4. Содержание жира в блюдах из индейки

Наименование блюда	Содержание жира, %	
	в пароконвектомате ПКА 6-1/ЗП	традиционным способом
Голень, запеченная с картофелем	22,5	30
Крылышки индейки, запеченные в горчичном маринаде	24	52,5
Филе индейки в кефире	25	39,75

Из таблицы 4 видно, что во всех блюдах происходит снижение содержания жира, что благотворно влияет на качество блюда. Благодаря снижению жира блюда ста-

новятся низкокалорийными и легче усваиваются организмом. [4,5] Результаты исследований определения кислотного числа представлены в таблице 5.

Таблица 5. Кислотное число

Наименование блюда	Кислотное число	
	в пароконвектомате ПКА 6-1/ЗП	традиционным способом
Голень, запеченная с картофелем	1,1	1,24
Крылышки индейки, запеченные в горчичном маринаде	1,65	2,66
Филе индейки в кефире	1,58	2,51

Анализ данных, представленных в таблице 5, свидетельствует о том, что происходит снижение кислотного числа, так как в продукте снижается содержание свободных жирных кислот. Это свидетельствует о повышении качества и сохранности свежести блюд.

Таким образом, полученные данные, свидетельствуют о том, что блюда, приготовленные в пароконвектомате содержат меньше сухих веществ, больше влаги, низкое содержание жира, а также происходит снижение кислотного числа. Эти показатели доказывают качественное преимущество блюд, приготовленных в пароконвектомате.

Литература:

1. Долматова, И. А., Быстрова А. А. Пути повышения рентабельности предприятий общественного питания в условиях кризиса /Качество продукции, технологий и образования [Текст]: мат. X Междунар. науч.— прак. конф.— Магнитогорск: Изд-во гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2015.— с. 90–93.

2. Долматова, И. А., Миллер Д. Э., Быстрова А. А., Ходакова Е. Е. Показатели качества блюд из мяса птицы, приготовленных в пароконвектомате. — Молодой ученый, 2016. № 11. с. 344–347.
3. Долматова, И. А., Рябова В. Ф. Блюда народов России [Текст] /учебное пособие /И. А. Долматова, В. Ф. Рябова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2012.— 61с.
4. Зайцева, Т. Н. Биохимические основы производства пищевых продуктов [Текст]: учеб. пос. / Т. Н. Зайцева, Н. И. Барышникова. — Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2010.
5. Зайцева, Т. Н., Рябова В. Ф., Курочкина Т. И. Использование мяса кролика в лечебно-профилактическом питании /Эколого-биологические и медицинские проблемы регионов России и сопредельных территорий [Текст]: мат. Всерос. науч. конф.— Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. с. 257–259.

Разработка рецептуры блюд из мяса индейки с применением пароконвектомата

Долматова Ирина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Быстрова Анастасия Александровна, студент;

Вавилова Наталья Александровна, студент

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова

В современных условиях, когда потребитель в предприятиях общественного питания предпочитает заказывать оригинальные блюда, данные предприятия не должны ориентироваться на приготовление блюд, взятых из сборников рецептур. Предприятия питания должны создавать свои индивидуальные, особенные блюда, чтобы привлекать посетителей и удовлетворять их потребности. В связи с этим, в ходе исследований были разработаны два фирменных блюда с учетом их приготовления в пароконвектомате ПКА 6–1/ЗП.

Особенность разработки новых и фирменных блюд основана на подборе сочетания продуктов, их новизны, кулинарных достоинств, возможность применения новых способов кулинарной обработки сырья и продуктов, ис-

пользования новых видов сырья и полуфабрикатов, пищевых добавок и специй, снижение производственных потерь и составление рецептуры. [2]

В ходе работы были разработаны блюда: запеченное бедро индейки, филе индейки с яблоком и луком.

Технологическая схема приготовления блюда «Запеченное бедро индейки» традиционным способом и с применением пароконвектомата представлена на рисунке 1.

Технологический процесс приготовления блюда «Запеченное бедро индейки». Охлажденное бедро индейки моют под струей холодной воды или чуть теплой, так как при этом происходят меньшие потери питательных веществ. Все продукты смешивают и маринуют, для того чтобы снизить обсеменение мяса индейки микроорганиз-

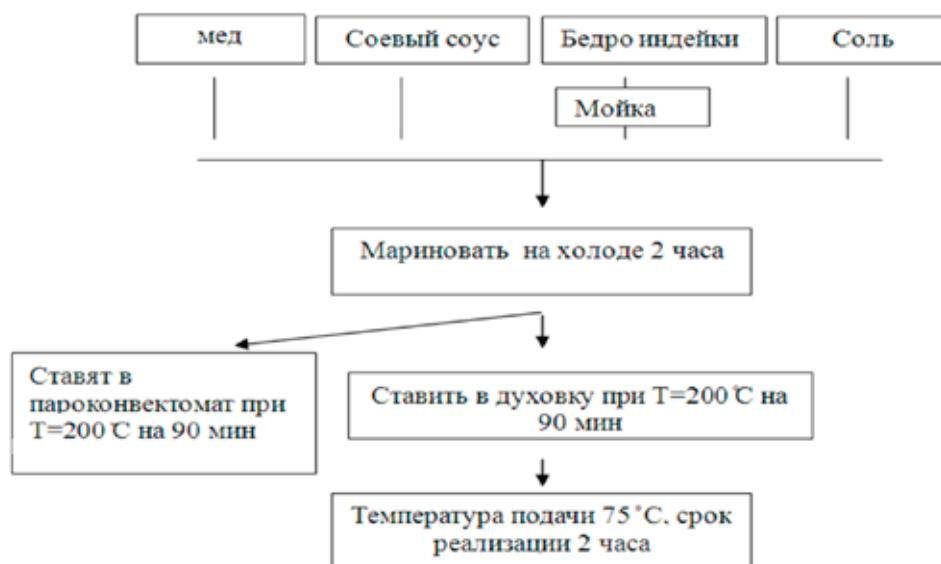


Рис. 1. Технологическая схема приготовления блюда «Запеченное бедро индейки» традиционным способом и в пароконвектомате

мами, а также для того чтобы смягчить мясо до тепловой обработки и придания ароматности блюда. Маринованное мясо запекают в духовке, что позволяет сохранить питательные свойства, не требуя большого количества масла, тем самым снижая калорийность блюда. [3] Отличие в приготовлении блюда в пароконвектомате состоит в том, что его готовят в режиме конвекция-пар, при

котором потеря начального веса продукта и затрата времени минимальна, что позволяет сделать приготовление блюда более экономичным. Блюдо, приготовленное в пароконвектомате, не пригорает и равномерно запекается. Пищевая ценность блюда «Запеченное бедро индейки», приготовленного по традиционной схеме представлена в таблице 1.

Таблица 1. Расчет химического состава блюда, приготовленного традиционным способом

Наименование сырья	Масса нетто на 1 порц., г	Химический состав, г						ЭЦ, ккал	
		Белки		Жиры		Углеводы			
		Спр	Факт	Спр	Факт	Спр	факт		
Бедро индейки I категории	210	19,5	40,9	22,0	46,2	-	-		
Мед натуральный	35	0,8	0,28	-	-	80,3	28,1		
Соевый соус	50	6,0	3,0	-	-	6,66	3,33		
Содержание в п/ф для жарки	295		44,18		46,2		31,43		
Сохранность при жарке, %		85		58					
Выход	300		37,55		26,79		31,43	517,03	
	100		12,52		8,93		10,48	172,34	

Пищевая ценность блюда «Запеченное бедро индейки», приготовленного в пароконвектомате представлена в таблице 2.

Таблица 2. Расчет химического состава блюда, приготовленного в пароконвектомате

Наименование сырья	Масса нетто на 1 порц., г	Химический состав, г						ЭЦ, ккал	
		Белки		Жиры		Углеводы			
		Спр	Факт	Спр	Факт	Спр	факт		
Бедро индейки I категории	250	19,5	48,75	22,0	55,0	-	-		
Мед натуральный	15	0,8	0,12	-	-	80,3	12,045		
Соевый соус	30	6,0	1,8	-	-	6,66	1,99		
Содержание в п/ф для жарки			50,67		55,0		14,035		
Сохранность при жарке, %		85		58					
Выход	300		43,07		31,9		14,035	515,52	
	100		14,35		10,63		4,68	171,84	

Таким образом, в блюде «Запеченное бедро индейки», приготовленного в пароконвектомате снижается количество углеводов, при этом увеличивается содержание белка и жира.

Технологическая схема приготовления блюда «Индейка с яблоком и луком» представлена на рисунке 2. Филе индейки моют и нарезают средним кубиком 1–2 см. Затем маринуют с оливковым маслом и соевым соусом на холоде, для снижения обсемененности микроорганизмами, а также для того чтобы смягчить мясо для его дальнейшей тепловой обработки и придания ароматности блюда. Пока мясо маринуется, моют лук репчатый и нарезают кольцами толщиной от 1 до 4 мм. Яблоки моют в теплой воде, благодаря этой процедуре с плодов удаляются загрязнения и ядохимикаты, которыми обрабатывались плоды, а также микроорганизмы, находящиеся на

поверхности яблока. Очищают от кожуры и нарезают кубиками 5 мм, затем вместе с луком пассеруют на сковороде с добавлением растительного масла с целью размягчения и улучшения вкуса. Затем пассерованные продукты и маринованное мясо обжаривают на сковороде до готовности.

Отличие приготовления блюда «Индейка с яблоком и луком» на пароконвектомате состоит в том, что яблоко и лук репчатый готовят в режиме конвекция, обеспечивая непрерывную циркуляцию горячего воздуха затрачивая тем самым минимальное количество масла и время приготовления. Затем эти продукты и маринованное мясо ставят в пароконвектомат в режим конвекция-пар, при котором продукты практически не теряют свою исходную массу, равномерно пропекаются и приобретают аппетитный блеск.

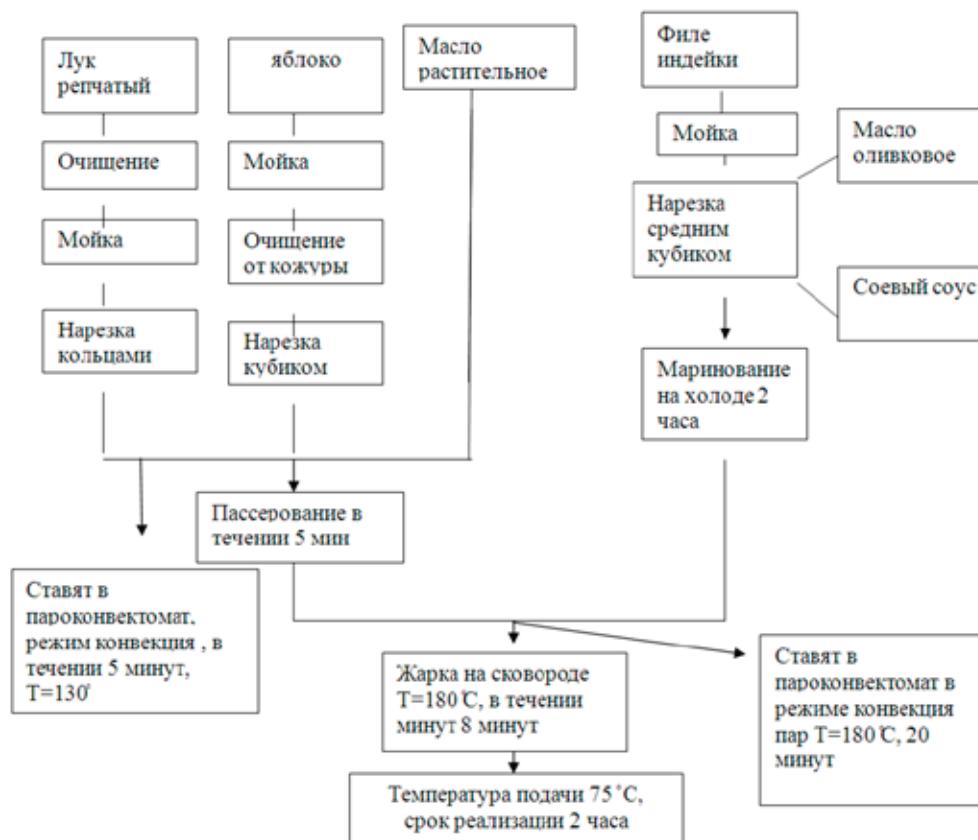


Рис. 2. Технологическая схема приготовления блюда «Индейка с яблоком и луком» традиционным способом и на пароконвектомате

Расчет пищевой ценности блюда «Индейка с яблоком и луком» приготовленного традиционным способом представлен в таблице 3.

Таблица 3. Расчет химического состава блюда «Индейка с яблоком и луком», приготовленного традиционным способом

Наименование сырья	Масса нетто на 1 порц., г	Химический состав, г						ЭЦ, ккал	
		Белки		Жиры		Углеводы			
		Спр	Факт	Спр	Факт	Спр	Факт		
Лук репчатый	39	1,4	0,54	0,2	0,08	8,2	3,19		
Яблоко	138	0,4	0,55	0,4	0,55	9,8	13,5		
Масло растительное	10	-	-	99,9	9,99	-	-		
Содержание в полуфабрикате для пассерования	187		1,09		10,62		16,69		
Сохранность при пассеровании, %	71	98		80		97			
Выход	133		1,06		8,49		16,16		
Филе индейки I категории	281	19,5	54,8	22	61,82	-	-		
Соевый соус	18	6	1,08	-	-	6,66	1,19		
Масло оливковое	15	-		99,8	14,97	-			
Содержание в полуфабрикате для жарки	314		55,88		76,8		1,19		
Сохранность при жарке, %		85		58		-			
Выход	450		48,5		53		17,35	740,4	
	100		10,77		11,7		3,38	164,53	

Таблица 4. Расчет химического состава блюда «Индейка с яблоком и луком», приготовленного в пароконвектомате

Наименование сырья	Масса нетто на 1 порц., г	Химический состав, г						ЭЦ, ккал	
		Белки		Жиры		Углеводы			
		Спр	Факт	Спр	Факт	Спр	Факт		
Лук репчатый	39	1,4	0,54	0,2	0,08	8,2	3,19		
Яблоко	138	0,4	0,55	0,4	0,55	9,8	13,5		
Масло растительное	10	-	-	99,9	9,99	-	-		
Содержание в полуфабрикате для пассерования	187		1,09		10,62		16,69		
Сохранность при пассеровании, %	81	98		80		97			
Выход	153		1,06		8,49		16,16		
Филе индейки I категории	261	19,5	50,9	22	57,42	-	-		
Соевый соус	18	6,0	1,08	-	-	6,66	1,19		
Масло оливковое	15	-		99,8	14,97	-			
Содержание в полуфабрикате для жарки	294		51,98		72,39		1,19		
Сохранность при жарке, %		85		58		-			
Выход	450		45,24		50,5		17,35	704,86	
	100		10,05		11,2		3,80	156,6	

Расчет пищевой ценности блюда «Индейка с яблоком и луком», приготовленного в пароконвектомате, представлен в таблице 4.

При анализе пищевой ценности в данном блюде отмечено повышение содержания углеводов при приготовлении в пароконвектомате, что связано с выбранным режимом приготовления «конвекция+пар». [1]

Разработка технологических схем наглядно показывает снижение времени приготовления блюд в пароконвектомате, благодаря возможности регулирования показателя температуры и влажности в рабочей камере, а также замена нескольких видов теплового оборудования позволяет освободить рабочее место на кухне.

Литература:

- Долматова, И. А., Барышникова Н. И., Зайцева Т. Н. Биологические, биохимические и хозяйствственные особенности сельскохозяйственных животных [Текст]: учеб. пособие /И. А. Долматова, Н. И. Барышникова, Т. Н. Зайцева.— Магнитогорск: Изд-во
- Долматова, И. А., Миллер Д. Э., Быстрова А. А., Ходакова Е. Е. Показатели качества блюд из мяса птицы, приготовленных в пароконвектомате.— Молодой ученый, 2016. № 11. с. 344–347.
- Долматова, И. А., Миллер Д. Э., Курочкина Т. И., Быстрова А. А. Сохранение пищевой ценности блюд из мяса птицы — Молодой ученый, 2015. № 23. с. 133–137.

Нетрадиционные способы обработки сырья в производстве порционных мясных полуфабрикатов

Долматова Ирина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Миллер Дмитрий Эдуардович, студент;

Лаптева Мария Дмитриевна, студент

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова

В последние годы на российском рынке мясных полуфабрикатов зафиксировано увеличение всех основных показателей. Основным фактором формирования рынка стало увеличение объемов производства, связанное с ростом спроса со стороны населения. Ежемесячные объемы производства мясных полуфабрикатов в России в среднем

были на 7,5% больше уровня 2013 г., среднегодовое потребление населением мясных полуфабрикатов увеличилось до 10,2 кг/год. [6]

Развитие рыночных отношений, повышение темпов производства и объемов выпуска продукции мясной промышленности неразрывно связано с совершенствованием

и созданием принципиально новых ресурсосберегающих технологий и комплексным использованием животноводческого сырья, разработкой новых видов продукции с высокими потребительскими свойствами. Дефицит животноводческого сырья, который в последние годы испытывает мясная промышленность, требует решения задачи создания технологий и средств выработки продукции, отвечающих медико-биологическим требованиям из сырья с различными отклонениями качественных и функциональных показателей. Выполнению этой задачи должно способствовать развитие теоретических исследований процессов структурообразования, протекающих в мясе при хранении и технологической обработке, в том числе с использованием биотехнологических приемов, позволяющих интенсифицировать процесс производства мясных продуктов и рационально использовать сырье с низкими технологическими свойствами.

Решение этих вопросов неразрывно связано с разработкой комплекса показателей объективной и надежной оценки качества сырья и готовой продукции за счет использования новых аналитических методов, которые должны соответствовать передовому уровню науки и технологии.

Традиционные методы исследования мяса и мясопродуктов — биохимические, физико-химические, структурно-механические и другие — не всегда позволяют эффективно решать целый ряд вопросов, касающихся качества сырья и готовой продукции. [10]

В работах Бем Р., Плева В., Налетова Н.А., Тинякова Г.Г., Велинова П., Белоусова А.А., Писменской В.Н., Хвыли С.И. и других показано, что прижизненное состояние мясного сырья и любое технологическое воздействие на него, связанное с убоем животного, хранением и переработкой, находят свое отражение в изменениях морфологических свойств его структурных элементов.

Для повышения нежности мяса для производства порционных полуфабрикатов пригодны такие препараты протеолитических ферментов, при воздействии которых не снижается питательная ценность мяса, в нем не расщепляются аминокислоты, а происходят структурные изменения мышечных и соединительных белков, как и при естественном созревании мяса. При воздействии протеолитических ферментов на белки мяса происходят структурные изменения в тканях мяса.

Биохимическая природа белковых превращений и структурных изменений в тканях при искусственном и естественном созревании мяса во многом однотипна, но имеются и некоторые особенности при воздействии искусственных размягчителей. Для искусственного размягчения мяса могут быть использованы протеолитические ферменты микробиального, животного и растительного происхождения. [1,9]

В настоящее время предлагается широкий спектр ферментов с различным оптимумом температурной и pH активности. Однако, важной характеристикой используемых

ферментов является способность протеолиза коллагеновых белков, которые определяют жесткость мясного сырья. [2]

Ферментные препараты микробиального происхождения получают от непатогенных бактерий и плесеней. В связи с тем, что в таких препаратах содержится комплекс различных ферментов, действие этих препаратов не является строго специфичным. Большинство микробных ферментных препаратов воздействует на мышечные волокна, разжигая сарколемму, разрушая ядра и мускульную основу (при этом полностью исчезает поперечная исчерченность мышечных волокон). Однако многие из них весьма незначительно воздействуют на соединительную ткань. К микробиальным ферментным препаратам относят: розим П-11, розим А-4, кератиназу, терризин, субтилизин, мезентерии и др.— грибкового и бактериального происхождения. [8]

Животные ферментные препараты (пепсин, трипсин, панкреатин, АФС, СКФП), получаемые из поджелудочной и других желез убойных животных, воздействуют преимущественно на мышечные волокна и в меньшей степени на соединительную ткань, вызывая распад белков мышечных волокон в большей степени, чем при естественном созревании мяса. Недостатком трипсина является то, что он проявляет максимальную активность в щелочной среде, а свежее мясо всегда имеет, кислую реакцию. Коллагенолитической способностью обладают ферменты животного происхождения коллагеназа и эстераза. [2]

К растительным ферментным препаратам относят: папаин, получаемый из млечного сока дынного дерева, фицин — из млечного сока инжира, бромелин и бромелайн, получаемый из ананасов и другие препараты, содержащие активные протеолитические ферменты. Они воздействуют не только на белки мышечного волокна, но и на соединительную ткань мяса. Коллагенолитической активностью обладают папаин, фицин, бромелайн.

За рубежом, в особенности в США, в последние годы широко применяют обработку мяса протеолитическими ферментами, используя для этой цели порошкообразные или жидкие размягчители на основе папаина, фицина, розима П-11, бромелайна, бромелайна с введением в препараты соли и глутаминовой кислоты, а иногда и специй. [5]

В РФ в связи с отсутствием тропического сырья для получения папаина, бромелина, бромелайна был, разработал способ получения отечественного фицина — ферментного препарата из проросших семян сои. Также в РФ применяются протеолитические ферментные препараты микробиологического происхождения, вырабатываемые отечественной ферментной промышленностью,— субтилизин, мезентерин, терризин, проназа, оризин, римозин, флавизин, кератиназа. Установлено, что под воздействием фицина, кератиназы, оризина, терризина и других рекомендуемых препаратов нежность мяса повышается на 15–50%, а усвоемость его — на 16–22% в результате расщепления фибриллярных белков мышечного волокна, увеличения развариваемости коллагена, лабиль-

ности основного вещества и фибриллярных компонентов внутримышечной соединительной ткани. В ферментированном мясе повышается содержание продуктов расщепления белка (на 90–95%), в том числе свободных аминокислот (на 80–90%), возрастает количество прочносвязанной воды (на 5–6%). [4]

Ферментацию мяса можно проводить нанесением порошкообразного препарата на поверхность порционных полуфабрикатов или погружением их в раствор препарата определенной концентрации на 20–30 мин перед тепловой обработкой. Однако при таких способах обработки происходит чрезмерное размягчение поверхностных слоев полуфабрикатов и крайне незначительное — внутренних. Более целесообразным является изготовление полуфабрикатов из мяса, ферментация которого достигается введением раствора препарата внутривенно крупному рогатому скоту за 30 мин до убоя, шприцеванием говяжьих полутиши или четвертин в парном состоянии, крупных кусков охлажденного или дефростированного мяса с последующим выдерживанием его в течение 2 суток при 4–6°C. Раствора вводится около 5% от массы живого скота, полутиши, четвертины или отрубов. Действие ферментных препаратов проявляется в процессе кулинарной обработки. За счет применения ферментных препаратов выход мяса с говяжьей туши, пригодного для изготовления натуральных полуфабрикатов, возрастает до 25–27%.

Использование неорганических солей кальция (в качестве источника ионов кальция) является экономически оправданным и более предпочтительным по сравнению с применением длямягчения мяса ферментных препаратов.

Проведенные исследования позволили установить, что инкубация парной мышечной ткани в растворе CaC_2 оказывает влияние на процессы автолиза мышечной ткани, сокращая сроки послеубойного окоченения мышечных волокон, ускоряя наступление процесса их послеубойного расслабления и углубляя деструкцию миофibrill в послеубойный период. Введение в мясную систему ионов кальция в количествах, превышающих физиологическую концентрацию, ускоряет кальций-индуцированное расщепление основных структурообразующих белков мышечной ткани — коннектина и небулина, что способствует ускорению процесса тендеризации мяса. [10]

Воздействие на мясную систему хлорида кальция приводило к нарушению структуры Z-линий, являющихся опорным аппаратом саркомеров, их гомогенизации, разрушению или расщеплению. Отмеченные изменения в конечном итоге лежали в основе нарушения целостности волокон и повышении нежности мяса в процессе автолиза.

Установлено, что при введении в мясную систему ионизированного кальция в концентрации равной 5 mM процессы деградации цитоскелетных белков — коннектина и небулина, а также разрыхление и деструкция мышечных волокон наиболее выражены и наблюдаются в более короткие сроки инкубации.

При использовании хлорида кальция с целью ускорения созревания мясного сырья необходимо учитывать метаболический профиль мышц.

Анализ данных, полученных с помощью микроструктурных исследований показал, что влияние хлорида кальция на структуру мышечной ткани в комплексе с хлоридом натрия выявляется в набухании волокон, выходе солерасторимых белков в межволоконные пространства и под сарколемму, ослаблении поперечной исчерченности мышечных волокон, увеличении размеров отдельных щелевидных пространств мышечных волокон вследствие деструкции и лизиса их фибриллярных структур. Глубина деструктивных изменений в мышечной ткани, инъецированной хлоридом кальция в комплексе с хлоридом натрия, выше по сравнению с образцами, обработанными только хлоридом натрия. [3]

Сравнительные микроструктурные исследования парной и охлажденной мышечной ткани, инъецированной хлоридом кальция, показали, что изменения в структуре мышечных волокон, свойственные для воздействия хлорида кальция, в охлажденной мышечной ткани не выражены. В то же время, степень деструкции волокон мышечной ткани, инъецированной хлоридом кальция в парном состоянии в 1,8 раза выше по сравнению с охлажденной на тот же срок созревания (14 суток). В связи с чем, необходимо отметить, что использование хлорида кальция с целью интенсификации процесса созревания, более эффективно для обработки парного мяса по сравнению с охлажденным. Одним из направлений, позволяющим компенсировать нестабильные свойства мясного сырья с признаками PSE является использование пищевых добавок и ингредиентов.

Анализ данных, полученных с помощью микроструктурных исследований, показал, что различие механизма воздействия на основные белки мышечного волокна фосфатов (смеси щелочных и нейтральных полифосфатов), цитратов кальция, лактата кальция и хлорида кальция обусловлено, в первую очередь, различием их химического строения.

Морфологическое воздействие фосфата на мышечную ткань выражалось преимущественно увеличением диаметра мышечных волокон, длины саркомеров и степени их деструкции, по сравнению с контрольными образцами, что, по-видимому, связано с диссоциацией актомиозинового комплекса на актин и миозин, нарушением поперечных связей между филаментами актина и миозина. [5]

Проведенные сравнительные исследования позволили установить, что различные виды фосфатов и их смеси значительно отличаются по эффективности воздействия на мышечную ткань. Наименее активно процесс набухания мышечных волокон протекал при использовании фосфата Е 451, при этом к 3-м суткам инкубации диаметр волокон увеличился по сравнению с исходным образцом только на 15,2%. Более интенсивно процессы набухания волокон, их деструкция, увеличение длины саркомеров, протекали при инъектировании образцов фосфатом Е 450. На 2-е сутки посола увеличение диаметра волокон составило

12,0%, на 3-и — 19,4% по сравнению с исходным значением.

Как показали полученные данные различие в эффективности воздействия фосфатов на мышечную ткань обусловлено особенностями ее строения, и в первую очередь соотношением волокон различных типов.

Наиболее перспективными являются ферментные препараты микробиологического происхождения, вырабатываемые промышленностью как более дешевые и доступные по сравнению с фицином, а также с препаратами из желез внутренней секреции убойных животных. [7]

Литература:

1. Абдрахманова, Р.Н., Зайцева Т. Н. Стартовые культуры микроорганизмов и технологии производства мясопродуктов. — Вестник Ижевской ГСХА. 2012. № 1. с. 71–73.
2. Абдрахманова, Р.Н., Зайцева Т. Н. Ферментные препараты в производстве мясных соусов из малоценного сырья животного происхождения. — Вестник Ижевской ГСХА. 2012. № 1. с. 74–76.
3. Бойко, О. А. Воздействие коллагенолитического препарата на структуру мясного сырья [Текст] / О. А. Бойко, Т. Г. Кузнецова // Мясная индустрия. — 2004. № 4. с. 47–49.
4. Боравский, В. А. Энциклопедия по переработке мяса на малых предприятиях [Текст] / В. А. Боравский — М.: СОЛОН — ПРЕСС, 2002. — 576 с.
5. Долматова, И. А., Барышникова Н. И., Зайцева Т. Н. Биологические, биохимические и хозяйствственные особенности сельскохозяйственных животных [Текст]: учеб. пособие / И. А. Долматова, Н. И. Барышникова, Т. Н. Зайцева. — Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2015. — 106 с.
6. Зайцева, Т. Н., Рябова В. Ф., Курочкина Т. И. Состояние и проблемы развития рынка мясных полупроизводителей в России и г. Магнитогорске / Кузбасс: образование, наука [Текст]: мат. Инновационного конвента — Кемерово; Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014. — с. 98–100.
7. Калинова, Ю. Е. Структурные изменения мышечной ткани под действием различных концентраций лактата кальция. Хранение и переработка сельхозсырья [Текст] / Ю. Е. Калинова, Л. С. Кудряшов, Т. Г. Кузнецова // Пищевая промышленность, 2008. — № 5. С.37–38.
8. Писменская, В. Н. Микроструктура мяса и мясопродуктов [Текст]: учебное пособие / В. Н. Писменская, Е. М. Ленченко, Т. Г. Кузнецова. — М.: МГУПБ, 2005. — 85 с.
9. Семенова, А. А. Использование цитратов при производстве мясных продуктов — альтернативная замена осфатов [Текст] / А. А. Семенова, Т. Г. Кузнецова. — Мясная индустрия. — 2004. № 2. с. 25–30.
10. Сметанина, Л. Б. Перспективы развития биотехнологии при производстве мясных продуктов с использованием ферментных препаратов животного происхождения [Электронный ресурс] / Л. Б. Сметанина // Отраслевой портал мясной индустрии // Адрес в сети Интернет // <http://www.meatmarket.info>

Учет влияния длительности действия нагрузки и вязкости битума на величину модуля упругости асфальтобетона

Евдокимов Александр Владимирович, студент
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

В статье кратко описаны методики расчета асфальтобетонных покрытий, в которых модуль упругости применяется в качестве параметра материала для расчета деформаций, мер теории накапливания повреждений. Предложено ввести в математические модели, учитывающие влияние на модуль упругости продолжительности действия нагрузки и вязкости битума, классические формулы расчета вязкости.

Ключевые слова: асфальтобетонное покрытие, вязкость, длительность нагрузки

Асфальтобетонные покрытия и основания получили широкое распространение в практике строительства дорог. Конструкции с такими покрытиями и основаниями относят к нежестким дорожным одеждам, которые конструируют и рассчитывают в соответствии с требованиями [1]. Одним из применяемых в этом до-

кументе критериев расчета дорожной конструкции является ее проверка по допускаемому упругому прогибу. Решение задачи о прогибе дорожной одежды, применяемое в нормативе [1], получено М. Б. Корсунским [2, 3]. Решение М. Б. Корсунского базируется на анализе работ предшественников Д. Бурмистра [4, 5], И. И. Ива-

нова [3, 6], Б. И. Когана [7] и др. специалистов и преследует цель устранения недостатков этих работ. Базовым решением является задача Д. Бурмистра, которая в последствие решалась К. Юшитой [8], Ю. Хуангом [9], Д. Миловичем [10] даны для других граничных и краевых условий. По мере развития применения теории упругости к решению задачи о напряженно-деформированном состоянии (НДС) дорожной конструкции сложность математических выкладок возрастала, что привело к применению приближенных методов строительной механики и разработке различных программных продуктов. Для инженерных расчетов применяются формулы, являющиеся решением задачи о прогибе дорожной одежды относительно общего модуля упругости слоистой среды. Автор приведет некоторые из таких формул. А. Я. Тулаев [11] приводит формулу Е. Барбера, аппроксимирующую решение Д. Бурмистра, и позволяющую вычислить модуль упругости на поверхности двухслойной системы:

$$E_{\text{общ}} = \frac{1,05 \cdot E_2}{\frac{1+E_2/E_1}{\sqrt{1+4 \cdot (h_1/D)^2 \cdot (E_2/E_1)^{-2/3}}} + \frac{E_2}{E_1}} \quad (1)$$

Где E_1 и E_2 — модули упругости материалов верхнего и нижнего слоев, в случае если подстилающий слой является слоистым полупространством, то E_2 может быть найден, как общий модуль упругости, Па; h_1 — толщина верхнего слоя двухслойной системы.

Согласно решению Н. Н. Иванова (метод Союздорнии) общий модуль упругости находят по формуле [3, 12]:

$$E_{\text{общ}} = E_2 \cdot \left(1 - \frac{2}{\pi} \cdot \left(\frac{E_2}{E_1} \right)^{\frac{4}{3}} \cdot \arctg \frac{h_1 \sqrt{a}}{D} \cdot \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_2}} \right)^{-1} \quad (2)$$

Согласно решению М. Б. Корсунского, применяемому в нормативе [1] общий модуль упругости определяют по формуле:

$$E_{\text{общ}} = \frac{(1,05 - 0,1 \cdot (h_1/D) \cdot (1 - \sqrt[3]{E_2/E_1})) \cdot E_1}{0,71 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_2}{E_1}} \cdot \arctg \left(\frac{1,35 \cdot h_3}{D} \right) + \frac{E_1}{E_2} \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \arctg \frac{D}{h_3}} \quad (3)$$

Где h_3 — эквивалентная толщина.

$$h_3 = \frac{2 \cdot h_1}{\sqrt{6}} \cdot \sqrt[3]{\frac{E_1 \cdot (1 - \mu_2^2)}{E_2 \cdot (1 - \mu_1^2)}} \quad (4)$$

Из анализа представленных формул следует, что достоверное прогнозирование модуля упругости материала слоя E_1 , например асфальтобетона, обуславливает точность всего расчета. Таким образом, математическое моделирование зависимости модуля упругости асфальтобетона от различных факторов является важной и неотъемлемой задачей расчета дорожной одежды по допустимому упругому прогибу.

Другим направлением приложения этой задачи являются появившиеся в последнее время модифицированные критерии прочности и условия пластичности асфальтобетона [13–15], в которых одним из параметров мате-

риала являются меры теории накапливания повреждений, сплошность или поврежденность. В этих методах поврежденность может определяться через отношение модулей упругости асфальтобетона, вычисленных по результатам испытаний на воздействие повторных и однократной нагрузок [15–19]. Кроме того, модуль упругости асфальтобетона может быть применен в расчетах дорожных одежд по критерию упруго-пластической деформации. В этом случае найденные через модуль упругости обратимые деформации суммируются с пластическими, которые можно вычислить по формулам, опубликованным в работах [20, 21]. Величина модуля упругости асфальтобетона необходима для определения давлений, передаваемых асфальтобетонными слоями дорожной одежды на их основание [22]. Такой расчет является важным потому, что величина этого давления обуславливает точность расчета главных напряжений в основаниях и грунтах, который может выполняться по традиционным способам [23, 24] или по одной из современных модифицированных моделей [25–30]. Модифицированные модели расчета главных и касательных напряжений позволяют рассчитывать грунты и дискретные материалы по сопротивлению сдвигу, которое может обеспечиваться критерием расчета по безопасным давлениям [31–35], в основе которого возможно использование оригинального критерия Кулона — Мора или его различных модификаций [36–39].

Таким образом, модуль упругости асфальтобетона является параметром расчета самого асфальтобетона в покрытия и основаниях, а так же расчетов других элементов дорожных конструкций. В первом случае модуль упругости асфальтобетона позволяет вычислить деформации этого материала и перемещение покрытия и основания, а втором случае без него нельзя обойтись при расчете давлений, передаваемых пакетом асфальтобетонных слоев на нижележащую часть конструкции.

Одной из современных математических моделей, раскрывающих зависимость модуля упругости асфальтобетона от продолжительности воздействия нагрузки, является аналитическое решение, изложенное в статье [40]. Согласно этому решению модуль упругости вычисляют по формуле:

$$E(t) = E_\infty \cdot \sqrt{\left(1 - \frac{\pi^2 \cdot m}{4 \cdot k \cdot t^2} \right)^2 + \left(\frac{\pi \cdot b}{2 \cdot k \cdot t} \right)^2} \quad (5)$$

Где t — продолжительность воздействия нагрузки, с; E_∞ — конечная величина модуля упругости при $t=0$, МПа; k — модуль жесткости асфальтобетона, МН/м; b — коэффициент, учитывающий вязкие свойства среды, МН·с/м.

При продолжительности действия нагрузки больше 10^{-5} с, формула (5) приводится к виду:

$$E(t) = E_\infty \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{\pi \cdot b}{2 \cdot k \cdot t} \right)^2} \quad (6)$$

Авторы работы [40] указывают, что коэффициент b эквивалентен вязкости среды, то есть $b \sim h$. Такая эквива-

лентность позволяет использовать в выражениях (5) и (6) различные формулы для определения вязкости. Известны различные формулы для определения вязкости асфальтобетона, грунтов и жидкостей, которые приведены в работе [41], а некоторые из них представлены нами в табл. 1.

Задачей наших последующих исследований является обоснование модели расчета вязкости для ее применения в формулах (5) и (6). Для этого выполняются экспериментальные работы, в ходе которых определяем вязкость и модуль упругости асфальтобетона.

Таблица 1. Формулы для расчета вязкости материалов и жидкостей [41]

Автор	Формула
А. М. Богуславский	$\eta_{\text{ем}} = \sigma_z / \varepsilon_z^* ; \eta_{\text{ec}} = \eta_{\text{ем}} / m,$ где σ_z — вертикальное напряжение; ε_z^* — скорость деформации; m — коэффициент
Н. Н. Маслов	$\eta_{\tau t} = \eta_{\tau k} - (\eta_{\tau k} - \eta_{\tau n}) \cdot \exp(-n \cdot t),$ где $\eta_{\tau k}$ и $\eta_{\tau n}$ — соответственно конечное и начальное значения динамической вязкости грунта при сдвиге, Па·с; n — параметр
Бьюсмана	$\eta_{\tau k} = a + b \cdot \ln t_k,$ где a и b — параметры, определяемые по кривой $\eta_{\tau t} = f(t)$
Пуазейль	$\eta_{\tau t} = \frac{\eta_{\tau 0}}{1 + a \cdot t + b \cdot t^2}; \eta_{\tau t} = \frac{c}{1 + a \cdot t + b \cdot t^2},$ где $\eta_{\tau 0}$ — вязкость воды при $t=0$; t — температура, $^{\circ}\text{C}$; a, b, c — коэффициенты для каждой жидкости
Сллотт	$\eta_{\tau t} = \frac{c}{(a + t)^n},$ где a, c, n — постоянные, определяемые для каждой жидкости

Литература:

1. ОДН 218.046—01. Проектирование нежестких дорожных одежд. — М.: ГСДХ Минтранса России, 2001. — 146 с.
2. Корсунский, М. Б. Напряженно-деформированное состояние дорожных одежд с учетом модуля сцепления слоев / М. Б. Корсунский // Материалы всесоюзной межвузовской научно-технической конференции по прочности дорожных одежд. — Харьков: 1968. — с. 39—44.
3. Конструирование и расчет нежестких дорожных одежд / Н. Н. Иванов и др. — М.: Транспорт, 1973. — 328 с.
4. Burmister, D. M. The Theory of Stresses and Displacements in Layered Systems and Applications to the Design of Airport Runways // Proceedings, Highway Research Board. — 1943. — Vol. 23. — P. 126—144.
5. Burmister, D. M. Stress and Displacement Characteristics of a Two-Layered Rigid Base Soil System: Influence Diagrams and Practical Applications. // Proceedings Highway Research Board. — 1956. — Vol. 35. — P. 773—814.
6. Иванов, Н. Н. Проектирование дорожных одежд / Н. Н. Иванов и др. — М.: Изд-во автотранспортной литературы, 1955. — 250 с.
7. Коган, Б. И. Напряжения и деформации двухслойных и многослойных покрытий: автореф. д-ра. техн. наук / Б. И. Коган — Харьков: Изд-во ХГУ, 1958. — 32 с.
8. Ueshita, K., Meyerhof G. G. Surface Displacement of an Elastic Layer under Uniformly Distributed Loads // Highway Research Board Record. — 1968. — No. 228. — P. 1—10.
9. Huang, Y. H. Computation of Equivalent Single-wheel Loads Using Layered Theory // Proceedings, Highway Research Board. 1969.
10. Milovic, D. Stress and Displacements for Shallow Foundations. // Elsevier Science Publisher, Amsterdam. The Netherlands. 1992.
11. Тулаев, А. Я. Проектирование оптимальных нежестких дорожных одежд / А. Я. Тулаев и др. — М.: Транспорт, 1977. — 117 с.
12. Иванов, Н. Н. Расчет и испытание нежестких дорожных одежд / Н. Н. Иванов, М.: Высшая школа, 1971. — 100 с.
13. Александрова, Н. П., Александров А. С., Чусов В. В. Учет поврежденности структуры асфальтобетона в критериях прочности и условиях пластичности // В сборнике: Политранспортные системы материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия — ЕС. Новосибирск: СГУПС, 2015. — с. 219—225.
14. Александрова, Н. П., Александров А. С., Чусов В. В. Модификация критериев прочности и условий пластичности при расчетах дорожных одежд // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2015. № 1 (41). — с. 47—54.

15. Aleksandrova, N. P. Chysow V. V. The usage of integral equations hereditary theories for calculating changes measures in the theory of damage when exposed to repeated loads //// Magazine of Civil Engineering, 2016, No.2. Article in Press.
16. Чусов, В. В. Модифицированные критерии Писаренко-Лебедева и Кулона-Мора, учитывающие меры теории накапливания повреждений // Молодой ученый. — 2016. — № 9 (113). — с. 338–341.
17. Чусов, В. В. Применение теории накапливания повреждений в условиях пластичности асфальтобетона для расчета дорожных покрытий по сопротивлению сдвигу // Молодой ученый. — 2016. — № 6 (110). — с. 221–227.
18. Новиков, А. Ю. Учет поврежденности монолитных и дискретных материалов при проектировании дорожных конструкций // Молодой ученый. — 2016. — № 8 (112). — с. 265–270.
19. Чусов, В. В., Александрова Н. П. Два способа расчета мер теории накапливания // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016 — с. 271–275.
20. Кузин, Н. В. Расчет пластических смещений асфальтобетонных порожных покрытий // Молодой ученый. — 2016. — № 10 (114). — с. 253–255.
21. Кузин, Н. В. Исследование пластичности дорожных асфальтобетонов // Молодой ученый. — 2016. — № 10 (114). — с. 255–257.
22. Кузин, В. Н., Александров А. С. Об изменении напряжения вертикального сжатия в дорожных конструкциях // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. — 2007. № 4–16. — с. 221–225.
23. Foster, C. R., Ahlvin R. G. Stresses and deflections induced by a uniform circular load. // Proc. Highway Research Board. — 1954. — Vol. 33. — P. 236–246.
24. Craig, R. F. Soil Mechanics. — Seventh edition. Department of Civil Engineering, University of Dundee, UK. — Published by Taylor & Francis e-Library, London and New York, 2004. — 447 p.
25. Александрова, Н. П. Модифицированные модели для расчета главных напряжений в грунте земляного полотна // В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Омск, 2013. — с. 236–246.
26. Александрова, Н. П., Семенова Т. В., Долгих Г. В. Совершенствование моделей расчета главных напряжений и девиатора в грунте земляного полотна // Вестник СИБАДИ. — 2014. — № 2 (36). с. 49–54.
27. Александров, А. С. Один из путей расчета минимальных главных напряжений в грунтах земляного полотна / А. С. Александров // В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ». — Омск, СибАДИ, 2013. — с. 217–228.
28. Александров, А. С., Александрова Н. П., Долгих Г. В. Модифицированные модели для расчета главных напряжений в дорожных конструкциях из дискретных материалов // Строительные материалы. — 2012. — № 10. — с. 14–17.
29. Александров, А. С., Долгих Г. В. Способ определения минимального главного напряжения. Часть 1. В грунтах земляного полотна. // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016 — с. 64–68.
30. Александров, А. С., Долгих Г. В. Способ определения минимального главного напряжения. Часть 2. В слоях дорожной одежды из дискретных материалов // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016. — с. 69–73.
31. Долгих, Г. В. Расчет грунтов земляного полотна по критерию безопасных давлений // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2013. — № 6 (34). — с. 43–49.
32. Долгих, Г. В. Применение критерия безопасных давлений для расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна // // В сборнике: Политранспортные системы материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия — ЕС. Новосибирск: СГУПС, 2015. — с. 176–182.
33. Александров, А. С., Долгих Г. В., Калинин А. Л. О допускаемых давлениях на грунты земляного полотна и слои дорожной одежды // Наука и техника в дорожной отрасли. — 2012. № 2. — с. 10–13.
34. Долгих, Г. В. Расчет нежестких дорожных одежд по критерию безопасных давлений на глинистые грунты земляного полотна // Автореф. Дис. канд. техн. наук. — Омск: СибАДИ. — 2014. — 20 с.
35. Долгих, Г. В. Применение безопасного давления в качестве критерия расчета земляного полотна по сдвигу в грунте // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016. — с. 113–117.
36. Александров, А. С. Трехпараметрическое условие пластичности Кулона–Мора. Часть 1. Вывод критерия. // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016. — с. 50–54.

37. Александров, А. С. Трехпараметрическое условие пластичности Кулона–Мора. Часть 2. Круги предельных напряжений. // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016. — с. 54–59.
38. Александров, А. С. Трехпараметрическое условие пластичности Кулона–Мора. Часть 3. Определение параметров материала. // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016. — с. 59–64.
39. Калинин, А. Л. Способ модификации условий пластичности // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016. — с. 59–150.
40. Кириллов, А. М., Завьялов М. А. Моделирование изменения модуля упругости асфальтобетона при нагружении // Инженерно-строительный журнал. — 2015. — № 2. — с. 70–76.
41. Александров, А. С. Применение теории наследственной ползучести к расчету деформаций при воздействии повторных нагрузок: монография. — Омск: СибАДИ, 2014. — 152 с.

Преимущества щебеноочно-мастичных асфальтобетонов, выявляемые при расчетах на сопротивление сдвигу и усталостному растяжению при изгибе

Жазыбаев Куанышбек Мухаметович, студент
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

В статье приведены сведения о современных методах расчета асфальтобетонных дорожных покрытий, на основе которых показаны преимущества щебеноочно-мастичного асфальтобетона.

Ключевые слова: щебеноочно-мастичный асфальтобетон, дорожное покрытие, сдвиг, растяжение при изгибе

Дорожные одежды нежесткого типа, независимо от типа асфальтобетона, используемого в покрытии, рассчитывают по критериям прочности [1]. Такие расчеты объясняют преимущества щебеноочно-мастичных асфальтобетонов, проявляемые при упругом прогибе дорожной одежды и растяжении от изгиба. Это несложно продемонстрировать выражениями для расчета срока службы покрытия и дорожной одежды, полученными из критериев прочности [1]. Для вывода этих формул рассмотрим критерий прочности [1].

Расчет асфальтобетонного покрытия на сопротивление усталостному разрушению от растяжения при изгибе выполняется проверкой условия [1]:

$$\sigma_r < \frac{R_N}{K_{np}} ; \quad \sigma_r < \frac{R_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot (1 - \nu_R \cdot t)}{K_{np}} \quad (1)$$

где σ_r — растягивающее напряжение, МПа; R_N и R_0 — соответственно прочность материала на растяжение при изгибе после приложения N -го числа нагрузки и при ее однократном воздействии, МПа; K_{np} — требуемый коэффициент прочности; k_1 — коэффициент, учитывающий снижение прочности вследствие усталостных явлений; k_2 — тоже, но от воздействия погодно-климатических факторов; ν_R — коэффициент вариации прочности; t — коэффициент нормированного отклонения.

Коэффициент усталости k_1 является функцией суммарного числа расчетных нагрузок N_p и параметров материала a и m . Расчет коэффициента выполняют по формуле:

$$k_1 = \frac{a}{\sqrt[m]{N_p}} ; \quad N_p = 0,7 \cdot f_{pol} \cdot N_{pk} \cdot \frac{q^T - 1}{q - 1} \cdot T_{pdg} \cdot k_n , \quad (2)$$

где T — расчетный срок службы, годы; f_{pol} — коэффициент, учитывающий распределение движения по полосам проезжей части; N_{pk} — приведенная интенсивность на последний год срока службы, авт./сут; q — показатель изменения интенсивности движения по годам; k_n — коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого; T_{pdg} — число расчетных дней в году, соответствующих определенному состоянию деформируемости конструкции.

Срок службы покрытия по критерию (1) рассчитывают при помощи решения (1) относительно N_p , а затем, принимая, что N_p определяется по (2), эту зависимость решают относительно T . Выполнив такое решение и приведя полученное выражение к логарифму по основанию 10, получим [2–4]:

$$T = \frac{1}{\lg q} \lg \left\{ \frac{q-1}{0,7 \cdot f_{noz} \cdot N_{pk} \cdot T_{pdz} \cdot k_n} \cdot \left[\frac{R_0 \cdot a \cdot k_2 \cdot (1 - v_R \cdot t)}{\sigma_r \cdot K_{np}} \right]^m + 1 \right\} \quad (3)$$

Из формулы (3) следует, что при прочих равных условиях срок службы тем выше, чем больше R_0 и меньше s_r , что обуславливает более высокий срок службы ЦМА по сравнению с другими видами асфальтобетона. Кроме того, для ЦМА разработано большое количество стабилизирующих добавок, служащих для повышения или уменьшения пластичности и ее диаметрально противоположной характеристике хрупкости [5]. Часть таких добавок можно использовать для повышения прочности ЦМА, а значит и срока службы.

Автор отметит, что критерий (1) является первой теорией прочности, или как говорят Галилеевой теории, предложенной в 17 в., и конечно, же являющейся неверной. Более рационально для расчета покрытия по критерию сопротивления растяжению от изгиба применять один из модифицированных критериев прочности, например, модифицированные критерии О. Мора [6, 7] или Писаренко—Лебедева [8, 9], в которых учитываются меры теории накапливания повреждений сплошность Л. М. Качанова или поврежденность Ю. Н. Работнова. Эти меры являются функцией числа расчетных нагрузок, вследствие чего подобны коэффициенту k_1 , используемому в выражениях (1) и (3), но определяемые по методам, опубликованным в статьях [10–12]. Из функциональной зависимости эквивалентного напряжения от поврежденности, являющейся функцией числа нагрузок, и параметров материала, можно получить формулу для расчета предельного числа нагрузок. Это предельное число можно подставить в формулу (2) и решить, полученное уравнение относительно срока службы. По сравнению с выражением (3), полученная формула позволит рассчитывать срок службы точнее, но в этой модифицированной формуле сохранится принцип, согласно которому срок службы ЦМА выше, чем других асфальтобетонов.

Для сопоставления сроков службы по критериям колеек образования и сопротивления сдвигу ЦМА с другими асфальтобетонами необходимо задействовать научные публикации. Например, в работе [13] показано, что критерий расчета дорожной одежды по ровности можно представить разностью остаточных деформаций, накапливаемых в расчетной точке и в точке, в которой эта деформация имеет минимальное значение. Тогда критерий расчета принимает вид [13]:

$$S_{\phi\max} - S_{\phi\min} \leq h_{np} \quad (4)$$

Считается, что пластическое деформирование дискретных материалов, обуславливается сдвигом, который происходит под действием сжимающих напряжений. Аналогичные суждения высказываются об условиях работы асфальтобетонных покрытий большой толщины при высоких летних температурах воздуха [14]. Тогда пластическое смещение материала слоя можно вычислить интегрированием выражения для пластической деформации по толщине этого слоя, а для полупространства по его глубине. Интегральное уравнение имеет вид [15]:

$$S_n = \sum_{i=1}^n \int_{-z_n}^0 \varepsilon[\sigma_1(z); \sigma_2(z); \sigma_3(z); a(z), b(z), c(z), m(z); N; t] dz \quad (5)$$

где i и n — номер и количество слоев дорожной конструкции, включая земляное полотно; z_n — ордината точки, ограничивающей зону распространения пластических деформаций в сечении по оси симметрии нагрузки; ε — пластическая деформация, являющаяся функцией ряда параметров материала; $\sigma_1(z), \sigma_2(z), \sigma_3(z)$ — главные напряжения, являющиеся функцией глубины z , Па; $a(z), b(z), c(z) \dots m(z)$ — параметры материала, представляющие собой функцию глубины и показателей физических свойств (плотность, влажности, температура, пористость и т.п.); N — Количество приложенных нагрузок; t — время воздействия одной нагрузки, с.

Функциональные зависимости для расчета пластических деформаций дискретных материалов, которые в зависимости (5) являются подынтегральной функцией приведены в работах [16–21]. Аналогичные функции для асфальтобетонов получены в работах [22, 23]. Эти зависимости приведены в табл. 1.

Таблица 1. Функциональные зависимости деформации от числа нагрузок

Математическая модель деформирования	Параметры модели
$\varepsilon_N = \frac{\sigma_1 - 2 \cdot \mu \cdot \sigma_3}{E_{\Pi_n}} \cdot \left[1 + \kappa_1 \cdot \frac{(N^{\kappa_2+1} - 1)}{\kappa_2 + 1} \right]$ $E_{\Pi_n} = M \cdot p_a \cdot \left[\left(\frac{\sigma_1 + 2 \cdot \sigma_3}{p_a} \right)^2 + \frac{6 \cdot (1 + \mu)}{1 - 2 \cdot \mu} \cdot \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)^2}{3 \cdot p_a^2} \right]^{\lambda}$	$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ — главные напряжения в наиболее опасной точке земляного полотна, Па; E_{Π_n} — нелинейный модуль пластичности κ_1 и κ_2 — коэффициенты, учитывающие уровень напряженного состояния.

Для расчета покрытия из ШМА по сопротивлению сдвига можно применить условия пластичности, разработанные для грунтов, например критерий Г. К. Арнольда, применяемый Г. В. Долгих для расчета безопасных давлений [24–26] или один из эмпирических критериев [27–31]. Кроме того, можно использовать трехпараметрические критерии Кулона–Мора [32–36], которые прошли апробацию в расчетах асфальтобетонов по сдвигу [8–12], Уравнения предельного состояния по этим критериям даны в табл. 2.

Таблица 2. Уравнения предельного состояния критериев сопротивления сдвига

Наименование критерия	Уравнение предельного состояния
Эмпирический критерий Г. К. Арнольда [24–26]	$\frac{1}{2} \cdot \left(\sigma_1 - \frac{1 + \sin\varphi}{1 - \sin\varphi} \cdot \sigma_3 \right) = c$, где c и φ — сцепление и угол внутреннего трения.
Трехпараметрические критерии Кулона–Мора [8, 12, 32–36]	$\sigma_1 \cdot \left(\frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi} \right)^d - \left(\frac{1 + \sin\varphi}{1 - \sin\varphi} \right)^d \cdot \sigma_3 = c$, $\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi} \right)^b \cdot \left(\sigma_1 - \left(\frac{1 + \sin\varphi}{1 - \sin\varphi} \right) \cdot \sigma_3 \right) = c$.

Выполнив расчеты пластических деформаций и по критерию сопротивления сдвига несложно убедиться, что срок службы покрытия из ШМА на 12–27% выше, чем из других асфальтобетонов. При этом меньшее значение 17% соответствует ШМА без стабилизирующих добавок, а более высокие — ШМА с различными добавками, которые принимались в расчете по рекомендациям [5].

Литература:

1. ОДН 218.046–01. Проектирование нежестких дорожных одежд. — М.: ГСДХ Минтранса России, 2001. — 146 с.
2. Сартаков, А. А. Расчет срока службы асфальтогранулобетонных оснований дорожных одежд, восстановленных методом холодного ресайклинга // Высшая школа. — 2016. — № 9. — с. 124–126.
3. Рябков, Ю. В. Расчет межремонтных сроков возобновления дорожных одежд методом холодного ресайклинга // Вестник магистратуры. — 2016. — № 5–2 (56). — с. 34–36.
4. Александров, А. С. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвига. Том Часть 1. Состояние вопроса. — Омск: СибАДИ, 2015. — 292 с.
5. Костин, В. И. Щебеноочно-мастичный асфальтобетон для дорожных покрытий. — Н. Новгород: ННГАСУ, 2009. — 65 с.
6. Александрова, Н. П., Александров А. С., Чусов В. В. Учет поврежденности структуры асфальтобетона в критериях прочности и условиях пластичности // В сборнике: Политранспортные системы материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия — ЕС. Новосибирск: СГУПС, 2015. — с. 219–225.
7. Александрова, Н. П., Александров А. С., Чусов В. В. Модификация критериев прочности и условий пластичности при расчетах дорожных одежд // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2015. № 1 (41). — с. 47–54.
8. Чусов, В. В. Модифицированные критерии Писаренко-Лебедева и Кулона-Мора, учитывающие меры теории накапливания повреждений // Молодой ученый. — 2016. — № 9 (113). — с. 338–341.
9. Чусов, В. В. Применение теории накапливания повреждений в условиях пластичности асфальтобетона для расчета дорожных покрытий по сопротивлению сдвига // Молодой ученый. — 2016. — № 6 (110). — с. 221–227.
10. Aleksandrova, N. P. Chysow V. V. The usage of integral equations hereditary theories for calculating changes measures in the theory of damage when exposed to repeated loads // Magazine of Civil Engineering, 2016, No.2. Article in Press.
11. Чусов, В. В., Александрова Н. П. Два способа расчета мер теории накапливания // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016 — с. 271–275.
12. Чусов, В. В. Прогнозирование изменения мер теории накапливания повреждений при циклической нагрузке // В сборнике: Наука сегодня: глобальные вызовы и механизмы развития: материалы международной научно-практической конференции, г. Вологда, 27 апреля 2016 г. — Вологда: ООО «Маркер», 2016. — с. 53–54.
13. Герцог, В. Н., Долгих Г. В., Кузин В. Н. Расчет дорожных одежд по критериям ровности. Часть 1. Обоснование норм ровности асфальтобетонных покрытий // Инженерно-строительный журнал. — 2015. — № 5 (57) — с. 45–57.

14. Чусов, В. В. Применение мер теории накапливания повреждений для модификации условия пластиичности кулона — мора при расчете асфальтобетонных покрытий // В сборнике: Наука сегодня: глобальные вызовы и механизмы развития: материалы международной научно-практической конференции, г. Вологда, 27 апреля 2016 г. — Вологда: ООО «Маркер», 2016. — с. 50–52.
15. Александров, А. С. Обобщающая модель пластического деформирования дискретных материалов дорожных конструкций при воздействии циклических нагрузок // Строительные материалы. 2016. № 5. с. 27–30.
16. Стригун, Т. В., Александрова Н. П. Моделирование пластических деформаций дискретных материалов в слоях дорожных конструкций// В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016.— с. 229–233.
17. Александров, А. С. Применение теории наследственной ползучести к расчету деформаций при воздействии повторных нагрузок: монография.— Омск: СибАДИ, 2014.— 152 с.
18. Александров, А. С., Киселева Н. Ю. Пластическое деформирование гнейс- и диабаз материалов при воздействии повторяющихся нагрузок // Известия высших учебных заведений. Строительство.— 2012.— № 6.— с. 49–59.
19. Семенова, Т. В., Гордеева С. А., Герцог В. Н. Определение пластических деформаций материалов, используемых в дорожных конструкциях // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета.— 2012.— № 4 (37).— с. 247–254.
20. Семенова, Т. В., Герцог В. Н. Пластическое деформирование материалов с дискретной структурой в условиях трехосного сжатия при воздействии циклических нагрузок // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии.— 2013.— № 1 (29).— с. 68–73.
21. Александров, А. С. Пластическое деформирование гранодиоритового щебня и песчано-гравийной смеси при воздействии трехосной циклической нагрузки // Инженерно-строительный журнал.— 2013.— № 4 (39) — с. 22–34.
22. Кузин, Н. В. Расчет пластических смещений асфальтобетонных порожных покрытий // Молодой ученый.— 2016.— № 10 (114).— с. 253–255.
23. Кузин, Н. В. Исследование пластиичности дорожных асфальтобетонов // Молодой ученый.— 2016.— № 10 (114).— с. 255–257.
24. Долгих, Г. В. Расчет грунтов земляного полотна по критерию безопасных давлений // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии.— 2013.— № 6 (34).— с. 43–49.
25. Долгих, Г. В. Применение критерия безопасных давлений для расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна // // В сборнике: Политранспортные системы материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия — ЕС. Новосибирск: СГУПС, 2015.— с. 176–182.
26. Александров, А. С., Долгих Г. В., Калинин А. Л. О допускаемых давлениях на грунты земляного полотна и слои дорожной одежды // Наука и техника в дорожной отрасли.— 2012. № 2.— с. 10–13.
27. Чусов, В. В. Перспективы применения эмпирических условий пластиичности грунтов и определение их параметров при трехосных испытаниях грунтов Вестник ВолГАСУ.— 2015. № 42 (61).— с. 49–57.
28. Александров, А. С., Долгих Г. В. Калинин А. Л. Модификация критерии прочности сплошной среды для расчета грунтов земляного полотна по сопротивлению сдвигу // В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ».— Омск: СибАДИ, 2013.— с. 228–235.
29. Александров, А. С., Долгих Г. В., Калинин А. Л. Применение критерия Друкера — Прагера для модификации условий пластиичности // Наука и техника в дорожной отрасли.— 2013. № 2.— с. 26–29.
30. Калинин, А. Л. Совершенствование расчета касательных напряжений в дорожных конструкциях. Часть 1. Модификация критерия Писаренко-Лебедева и его применение при расчете касательных напряжений // Молодой ученый.— 2016.— № 6 (110).— с. 108–114.
31. Калинин, А. Л. Применение модифицированных условий пластиичности для расчета безопасных давлений на грунты земляного полотна. // Инженерно-строительный журнал — 2013. № 4 (39).— с. 35–45.
32. Александров, А. С. Трехпараметрическое условие пластиичности Кулона—Мора. Часть 1. Вывод критерия. // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016.— с. 50–54.
33. Александров, А. С. Трехпараметрическое условие пластиичности Кулона—Мора. Часть 2. Круги предельных напряжений. // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016.— с. 54–59.
34. Александров, А. С. Трехпараметрическое условие пластиичности Кулона—Мора. Часть 3. Определение параметров материала. // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016.— с. 59–64.

35. Калинин, А.Л. Способ модификации условий пластичности // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016.— с. 59—150.
36. Александров, А.С., Калинин А.Л. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Часть 1. Учет деформаций в условии пластичности Кулона — Мора // Инженерно-строительный журнал.— 2015. № 7 (59).— с. 4—17.

Особенности химического состава и пищевой ценности затяжного печенья

Зайцева Татьяна Николаевна, кандидат биологических наук, доцент;

Миллер Дмитрий Эдуардович, студент;

Лаптева Мария Дмитриевна, студент

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова

Пищевая ценность продукта представляет собой комплекс веществ, определяющих их биологическую и энергетическую ценность. Пищевая ценность продукта характеризуется их доброкачественностью (безвредностью), усвоемостью, массовой долей питательных и биологически активных веществ, а также их соотношением, органолептической и физиологической ценностью. [2]

Академик Павлов утверждал, что трапеза, начатая с удовольствием, должна и закончиться удовольствием. Тем самым он объяснял физиологическую потребность человека в сладком десерте. У французов на сей счет даже имеется поговорка: «Сладкий кусок — напоследок». И сколько бы нас ни убеждали, что от сладостей болят зубы и расплывается фигура, нас все равно с детства и до самой старости манят чудеса кондитерского искусства.

Мучные кондитерские изделия, как известно, отличаются сложным составом — кроме простых и сложных углеводов, они содержат много насыщенных животных жиров, белков животного и растительного происхождения. Химический состав большинства сырья, применяемого при производстве мучных кондитерских изделий сложен и многообразен.

Мучные кондитерские изделия характеризуются большим содержанием сахара и высокой калорийностью, отличаются приятным вкусом и привлекательным внешним видом. Пищевая ценность мучных кондитерских изделий обусловлена имеющимся в них комплексом необходимых организму человека веществ (углеводов, белков, жиров, минеральных веществ, витаминов и др.). [5]

Углеводы во многих пищевых продуктах составляют значительную часть, особенно в кондитерских изделиях. Углеводы представлены простыми сахарами и полисахаридами.

Усвоемость углеводов различная. Не усваиваются вещества, входящие в группу «грубых» пищевых волокон (целлюлоза и др.) и «мягких» пищевых волокон (пектиновые вещества, камеди, декстранны и др.). Усвоемые углеводы имеют энергетическую ценность и покрывают 50–60% общего числа калорий. Суточная потребность

взрослого человека в усвояемых углеводах составляет 365–400 г. В суточном рационе должно присутствовать 20–25 г пищевых волокон, в том числе 10–15 г клетчатки и пектина.

Углеводы в мучных кондитерских изделиях, в том числе и в затяжном печенье представлены преимущественно усвояемыми углеводами. Суточная потребность взрослого человека в усвояемых углеводах составляет 365 г, в том числе в сахаре (сахарозе) — 65 г. В это количество входит и сахар, потребляемый с затяжным печеньем.

Из сахаров эффективно и быстро усваивается глюкоза, вносимая в сахарное изделие с сырыем и образующаяся из углеводов (сахарозы, крахмала). Норма содержания глюкозы в крови составляет 80–100 мг на 100 мл. Повышение содержания глюкозы в крови до 200–400 мг на 100 мл свидетельствует о заболевании сахарным диабетом. В этом случае необходимы ограничения в потреблении сахара и мучных кондитерских изделий, использование подсластителей или заменителей сахара. [6]

Белок пищевого сырья, используемого в производстве мучных кондитерских изделий, в том числе и затяжного печенья, имеет различную ценность. Наиболее ценными белками являются белки молока, яиц. Биологическая ценность белков зависит не только от их аминокислотного состава, но и от их доступности для ферментов желудочно-кишечного тракта и степени усвоемости. Усвоемость белков продуктов питания различна. Белки должны составлять в среднем 12% калорийности суточного рациона и сочетаться с другими пищевыми веществами в определенных соотношениях. Содержание белков в мучных кондитерских изделиях колеблется от 5,5 до 9,5%; в затяжном печенье — 6,5% (таблица 1). [7]

В рационе питания общее содержание жиров рекомендуется на уровне 30–35% его калорийности. Суточная потребность в жирах составляет 83 г. Потребление мучных кондитерских изделий с высоким содержанием жиров должно согласовываться с нормой их потребления и принятым рационом питания.

Таблица 1. Химический состав некоторых видов мучных кондитерских изделий

Наименование продукта	Содержание в 100 г продукта							Энергетическая ценность 100 г		
	Воды, %	Белков, %	Жиров, %	Моносахариды, %	Крахмал и полисахариды, %	Клетчатка, %	Органические кислоты, %	Зола, %	в ккал	в кДж
Затяжное печенье	6,5	8,3	8,8	18,8	56,8	0	0,4	0,4	337	1661
Сахарное печенье	5,5	7,5	11,8	23,6	50,8	Сл.	0,5	0,3	417	1745
Сдобное печенье	7,0	10,4	5,2	40,2	36,6	0	Сл.	0,6	376	1573
Галеты	9,5	9,7	10,2	2,2	66,2	0,1	1,7	0,4	0	0

Большое значение жиров объясняется их участием в образовании клеточных структур, особенно мембран, и выполнением различных функций. Жиры являются источником необходимых витаминов и других биологически активных веществ. Жиры — единственный источник жирорастворимых витаминов А и Д. Жиры имеют высокую энергетическую ценность и повышают калорийность продуктов. [1]

Жиры входят в мучные кондитерские изделия, в том числе и в затяжное печенье в виде животных жиров (сливочное масло, молочный и сливочный маргарин) и растительных масел (подсолнечное, кукурузное, соевое).

Оптимальное соотношение насыщенных, ненасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот составляет 3:6:1. Недостаточное потребление полиненасыщенных жирных кислот может привести к изменению проницаемости капилляров и заболеваниям кожи. Из полиненасыщенных жирных кислот наибольшую биологическую ценность имеет арахидоновая кислота, но в продуктах питания она содержится в очень малых количествах. Образуется арахидоновая кислота из линолевой при участии витамина В₆. Оптимальная потребность организма в линолевой кислоте — 10 г в сутки.

Ненасыщенные жирные кислоты (олеиновая) содержатся в растительных жирах. Растительные жиры являются источником витаминов Е и β-каротина.

К полиненасыщенным жирным кислотам относятся линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты. Незаменимой является линолевая кислота. Она не синтезируется в организме и должна поступать с продуктами питания. Основным источником линолевой кислоты является подсолнечное масло (60%). Линолевая кислота вносится также с семенами подсолнечника (подсолнечная халва и другие изделия). Полиненасыщенные жирные кислоты в суточном рационе питания должны составлять от 4 до 6% его энергетической ценности. [1,4]

Насыщенные жирные кислоты, содержащиеся в животных жирах, имеют твердую консистенцию и участвуют в образовании структур ряда кондитерских изделий. Однако всегда нужно помнить, что с животными жирами в изделия вносится холестерин, который может способствовать раз-

витию атеросклероза, ожирения, желчнокаменной болезни. Суточная потребность человека в холестерине составляет 300 мг. В таком количестве холестерин играет положительную роль: участвует в биосинтезе витамина D и ряда гормонов, в процессах жизнедеятельности организма.

Фосфолипиды поступают в мучные кондитерские изделия, в том числе в сахарное печенье в виде лецитина (соевый фосфатидный концентрат, мослецитин). Лецитин предотвращает накопление в организме холестерина и способствует его выведению. В наибольшем количестве лецитин содержится в яйцах (3,4%) и в бобовых культурах (0,3–0,9%). Суточная норма содержания фосфолипидов в рационе составляет 5 г.

Пищевую ценность жиров характеризует коэффициент эффективности метаболизации эссенциальных жирных кислот (КЭМ) — отношение количества арахидоновой кислоты к сумме остальных полиненасыщенных жирных кислот с 20 и 22 углеродными атомами.

Витамины обладают высокой биологической активностью и участвуют в обмене веществ, регулируют отдельные биохимические и физиологические процессы. Витамины не являются пластическим материалом или источником энергии. Различают водорастворимые витамины (C, В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР, фолацин — фолиевая кислота, пантотеновая кислота и биотин) и жирорастворимые витамины (A, D, E, K.). Ряд веществ относят к витаминоподобным соединениям (биофлавоноиды, холин, карнитин, липоевая, оротовая и параамиnobензойная кислоты).

Источниками витаминов при изготовлении мучных кондитерских изделий являются отдельные виды сырья. Сохранение витаминов в готовых изделиях зависит от процессов технологической обработки сырьевых смесей. Так, в затяжном печенье из муки первого сорта содержаться следующие витамины: Витамин РР: 1,5 (мг); Витамин В₁ (тиамин): 0,14 (мг); Витамин В₂ (рибофлавин): 0,05 (мг); Витамин Е (ТЭ): 3,6 (мг); Витамин РР (Ниациновый эквивалент): 2,9 (мг).

Минеральные вещества не обладают энергетической ценностью, но выполняют пластическую функцию — участвуют в построении костной ткани, входят в состав ферментных систем, регулируют водно-солевое и кислот-

но-щелочное равновесие. Различают макроэлементы (кальций, фосфор, магний, натрий, калий, хлор, сера и др.) и микроэлементы (железо, цинк, медь, йод, фтор и др.). Некоторые микроэлементы, такие, как ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, являются токсичными. В мучных кондитерских изделиях присутствуют такие минеральные вещества как, натрий, калий, кальций, магний, фосфор и железо. Средний минеральный состав затяжного печенья представлен следующими макроэлементами: Ca: 22 (мг); Mg: 32 (мг); Na: 430 (мг); K: 128 (мг); P: 85 (мг); Fe: 1,6 мг.

Энергетическая ценность проявляется при потреблении мучных кондитерских изделий и выражается энергией, которая высвобождается в процессе биологического окисления и использования в организме. Энергия обеспечивает физиологические процессы, протекающие в организме. Это количество энергии выражается в килокалориях (ккал) или килоджоулях (кДж), 1 ккал = 4,184 кДж.

Мучные кондитерские изделия, в том числе затяжное печенье имеют высокую энергетическую ценность, которая прямо зависит от влажности изделий: повышение влажности сопровождается уменьшением энергетической ценности. [3]

Проведенные исследования показали, что печенье затяжное улучшает циркуляцию крови, способствует регенерации тканей, полезно при предменструальном синдроме и лечении фиброзных заболеваний груди. Затяжное печенье обеспечивает нормальную свертываемость крови и заживление; снижает возможность образования шрамов; снижает кровяное давление; способствует предупреждению катаркт; улучшает атлетические достижения; снимает судороги ног; поддерживает здоровье нервов и мускулов; укрепляя стенки капилляров; предотвращает анемию. Замедляет окисление липидов (жиров) и формирование свободных радикалов.

Литература:

1. Долматова, И.А., Барышникова Н.И., Зайцева Т.Н. Биологические, биохимические и хозяйственны особенности сельскохозяйственных животных [Текст]: учеб. пособие /И. А. Долматова, Н. И. Барышникова, Т. Н. Зайцева.— Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2015.— 106 с.
2. Долматова, И. А., Персецкая К. М., Иванова Г. Д. Перспективные направления производства мучных кондитерских изделий функциональной направленности /Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение [Текст]. В 2 ч. Ч.1.: мат. Междунар. науч.— техн. конф.— Воронеж: ВГУИТ, 2014.— с. 417–420.
3. Карташова, Л. В. Товароведение продовольственных товаров растительного происхождения [Текст]: учебник /Л. В. Карташова, М. А. Николаева, Е. Н. Печникова.— М.: Деловая литература, 2004.— 816 с.
4. Кузнецова, Л. С. Технология приготовления мучных кондитерских изделий [Текст]: учебник /Л. С. Кузнецова, М. Ю. Сиданова.— М.: Академия, 2002.— 189 с.
5. Малютенкова, С.М. Товароведение и экспертиза кондитерских товаров [Текст]: учебник/ С.М. Малютенкова — М.: СПб. Питер, 2004.— 480с.
6. Товароведение зерномучных и кондитерских товаров [Текст]: учебник для товаровед, факт. торг. вузов / И. П. Салун, Н. А. Смирнова, Е. А. Воробьёва [и др.].— М.: Экономика, 1981.— 344 с: ил.
7. Химический состав пищевых продуктов [Текст]: Кн. 1. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / Под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: ВО «Агропромиздат», 1987.— 224 с.

Особенности технологии приготовления дрожжевого теста с использованием нетрадиционного сырья

Зайцева Татьяна Николаевна, кандидат биологических наук, доцент;

Ходакова Екатерина Евгеньевна, студент;

Мироманова Юлия Владимировна, студент

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова

Ключевые слова: дрожжевое тесто, мука грецкого ореха, обогащение, разработка рецептуры, функциональные продукты

В технологии приготовления дрожжевого теста традиционным способом основным сырьем является пше-

ничная хлебопекарная мука высшего сорта (крупка), выработанная по ГОСТ Р 52189–2003 с высоким со-

держание клейковины хорошего качества. С целью снижения калорийности и повышения пищевой ценности в рационах питания возможна частичная замена пшеничной муки на муку с более низким содержанием крахмала. Для придания готовым продуктам функциональных свойств ученые предлагают технологии мучных изделий, обогащенных белками, витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами. [1,3,5]

С целью обогащения мучных кулинарных изделий из дрожжевого теста была разработана рецептура «Расстегай с рыбой» с частичной заменой пшеничной муки выс-

шего сорта на муку из грецкого ореха, которая отличается содержанием полноценного белка (более 40%), жиров (10%), углеводов и пищевых волокон. Изделия из дрожжевого теста с применением муки из грецкого ореха отличаются более высоким содержанием лецитина, ПНЖК Омега-3 и Омега-6. [2] Частичную замену пшеничной муки на муку из грецкого ореха производили в мучных кулинарных изделиях «Расстегай с рыбой» в соотношении 5, 10, 15% от массы пшеничной муки в традиционной рецептуре. [5] Традиционная рецептура кулинарного изделия «Расстегай с рыбой» представлена в таблице 1.

Таблица 1. «Расстегай с рыбой» (традиционная рецептура)

Наименование продуктов	Масса брутто, на 1000г	Масса нетто, на 1000г	Масса нетто, на 100г
<i>Тесто дрожжевое</i>			
Мука пшеничная	400	400	40,0
Мука на подпыл	25	25	2,5
Дрожжи хлебопекарные	5	5	0,05
Яйца	1шт	40	4,0
Вода	130	130	13,0
Сливочное масло	60	60	0,6
Соль	3	3	0,03
<i>Начинка</i>			
Сайра консервы	300	300	30,0
Рис отварной	25	25	2,5
Лук репчатый	12	12	0,12
Выход		1000	100

Расчет рецептуры кулинарного изделия «Расстегай с рыбой», обогащенного мукой из грецкого ореха представлен в таблице 2.

Таблица 2. Расчет замены пшеничной муки на муку из грецкого ореха

Наименование продуктов	Масса нетто, на 100г
<i>5%</i>	
<i>Тесто дрожжевое</i>	
Мука пшеничная	34,0
Мука из грецкого ореха	6,0
Дрожжи хлебопекарные	0,05
Мука пшеничная на подпыл	2,5
Яйца	4,0
Сливочное масло	0,6
Вода	13,0
Соль	0,03
<i>Начинка</i>	
Сайра консервы	30,0
Рис отварной	2,5
Лук репчатый	0,12
Выход	100
<i>10%</i>	
<i>Тесто дрожжевое</i>	
Мука пшеничная	36,0

Мука из грецкого ореха	4,0
Дрожжи хлебопекарные	0,05
Мука пшеничная на подпыл	2,5
Яйца	4,0
Сливочное масло	0,6
Вода	13,0
Соль	0,03
<i>Начинка</i>	
Сайра консервы	30,0
Рис отварной	2,5
Лук репчатый	0,12
Выход	100
15%	
<i>Тесто дрожжевое</i>	
Мука пшеничная	34,0
Мука из грецкого ореха	6,0
Дрожжи хлебопекарные	0,05
Мука пшеничная на подпыл	2,5
Яйца	4,0
Сливочное масло	0,6
Вода	13,0
Соль	0,03
<i>Начинка</i>	
Сайра консервы	30,0
Рис отварной	2,5
Лук репчатый	0,12
Выход	100

Технологический процесс производства мучных кулинарных изделий «Расстегай с рыбой» с частичной заменой пшеничной муки на муку грецкого ореха не отличается от традиционного и состоит из приготовления опары, замешивания теста, брожения, формования, расстойки и выпечки.

Несмотря на всю полезность блюд, для потребителей первостепенное значение при выборе ими мучных кулинарных

изделий имеют органолептические показатели. Для изделий из дрожжевого теста такими показателями являются — внешний вид изделий, вкус, запах, консистенция, состояние поверхности, состояние изделий после выпекания.

Результаты органолептической оценки качества традиционного и обогащенного мучного изделия представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты органолептической оценки качества «Расстегая с рыбой»

Показатели	Исследованные образцы			
	«Расстегай с рыбой» (традиционная рецептура)	Изделия с частичной заменой мукой из грецкого ореха		
		5%	10%	15%
Цвет	Однотонный с кремовым оттенком, соответствующий сорту муки, без следов непромеса	Однотонный с желтовато-коричневым оттенком, без следов непромеса	Светло-коричневый, однотонный, без следов непромеса	Темно-коричневый, однотонный, без следов непромеса
Вкус	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Свойственный, значительных отличий нет	Своеобразный, приятный вкус	Своеобразный, приятный вкус. Более сильный по сравнению с 10% заменой. Ощущается горьковатый вкус
Запах	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Имеется легкий своеобразный запах, не портящий изделие	Имеется своеобразный запах, не портящий изделие
Форма поверхность	Вытянутая форма длинной 8см	Вытянутая форма длинной 8см	Вытянутая форма длинной 8см	Вытянутая форма длинной 8см

Состояние изделий после выпечки	Форму сохранили, в размере, увеличилось в 1,5 раза	Форму сохранили, в размере, увеличилось в 1,5 раза	Форму сохранили, в размере, увеличилось в 1,5 раза	Форму сохранили, в размере, увеличилось в 1,5 раза
---------------------------------	--	--	--	--

Для проведения балльной оценки качества кулинарных изделий из дрожжевого теста, полученных по традиционным рецептам и с обогащением была создана дегуста-

ционная комиссия в количестве 15 человек. Результаты балльной оценки кулинарных изделий «Расстегай с рыбой» (традиционная рецептура) представлены в таблице 4.

Таблица 4. Балльная оценка «Расстегай с рыбой» (традиционная рецептура)

Показатели	«Расстегай с рыбой» (традиционная рецептура)
Цвет	4,6
Вкус	4,8
Запах	4,8
Консистенция	4,8
Состояние поверхности	5,0
Средний балл	4,8

При выборе оптимальной дозировки частичной замены муки пшеничной высшего сорта на муку из грецкого ореха

учитывали органолептические показатели продукции, которые представлены в таблице 5.

Таблица 5. Балльная оценка «Расстегай с рыбой» (обогащенные мукой из грецкого ореха)

Показатели	Мучные изделия с частичной заменой муки из грецкого ореха		
	5%	10%	15%
Цвет	4,8	5,0	4,8
Вкус	4,6	4,4	3,4
Запах	4,4	5,0	4,6
Консистенция	4,6	5,0	4,6
Состояние поверхности	4,8	5,0	4,6
Средний балл	4,64	4,88	4,4

На основании результатов балльной оценки обогащенных изделий «Расстегай с рыбой» из дрожжевого теста были получены следующие результаты:

— Образец 1 (5% замены пшеничной муки грецкой). При внесении муки из грецкого ореха в количестве 5% изделия имеют светло-коричневый цвет; запах, свойственный кулинарному изделию, без постороннего запаха и привкуса; расстегай хорошо сохраняют форму поверхности и состояние изделий после выпечки. Балльная оценка качества органолептических показателей составила 4,64 балла.

— Образец 2 (10% замены пшеничной муки грецкой). При внесении муки из грецкого ореха в 10% изделия имеют светло-коричневый цвет; вкус и запах приятный, с преобладанием ненавязчивого запаха грецкого ореха.

Балльная оценка качества органолептических показателей составила 4,88 балла.

— Образец 3 (15% замены пшеничной муки грецкой). При внесении муки из грецкого ореха в количестве 15% к массе муки изделия имеют темно-коричневый цвет, запах, свойственный муке из грецкого ореха, в готовых изделиях чувствуется горьковатый вкус. Балльная оценка качества органолептических показателей составила 4,4 балла.

Таким образом, для предприятий общественного питания, специализирующихся на приготовлении мучных кулинарных изделий лечебно-профилактического назначения можно рекомендовать частичную замену пшеничной муки на муку из грецкого ореха в количестве 10% от массы сырья.

Литература:

1. Долматова, И.А., Персецкая К.М., Иванова Г.Д. Перспективные направления производства мучных кондитерских изделий функциональной направленности /Продовольственная безопасность: научное, кадровое и ин-

- формационное обеспечение [Текст]. В 2 ч. Ч.1.: мат. Междунар. науч.— техн. конф.— Воронеж: ВГУИТ, 2014.— с. 417–420.
2. Долматова, И. А., Персецкая К. М., Иванова Г. Д. Перспективные направления производства мучных кондитерских изделий функциональной направленности /Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение [Текст]. В 2 ч. Ч.1.: мат. Междунар. науч.— техн. конф.— Воронеж: ВГУИТ, 2014.— с. 417–420.
 3. Долматова, И. А., Персецкая К. М., Иванова Г. Д. Перспективные направления производства хлебобулочных изделий функциональной направленности /Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение [Текст]: В 2 ч. Ч.1.: мат. междунар. науч.— техн. конф.— Воронеж: ВГУИТ, 2014. с. 409–414.
 4. Долматова, И. А., Рябова В. Ф. Блюда народов России [Текст] /учебное пособие /И. А. Долматова, В. Ф. Рябова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2012.— 61с.
 5. Персецкая, К. М., Рябова В. Ф., Долматова И. А. Особенности химического состава и пищевой ценности хлебобулочных изделий функционального назначения /Кузбасс: образование, наука [Текст]: мат. Инновационного конвента — Кемерово; Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014. с. 164–166.

Физико-химические показатели теста для мучных кулинарных изделий, обогащенного мукой грецкого ореха

Зайцева Татьяна Николаевна, кандидат биологических наук, доцент;

Ходакова Екатерина Евгеньевна, студент;

Мироманова Юлия Владимировна, студент

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова

Стабильность состава и потребительских свойств продукции общественного питания обусловлена соблюдением требований нормативной документации в части физико-химических показателей. Именно органолептические и физико-химические показатели являются критериями идентификации.

Исследовали физико-химические показатели дрожжевого теста для кулинарных изделий «Расстегай с рыбой» при приготовлении, которого была осуществлена замена основного сырья на муку грецкого ореха в соотношении 5, 10, 15% от массы пшеничной муки (образцы соответственно 2, 3, 4). В качестве контроля использовали дрожжевое тесто, приготовленное по традиционной рецептуре (образец 1). [2,3]

Для оценки качества дрожжевого теста для мучных кулинарных изделий по физико-химическим показателям определяли:

- влажность;
- определение количества сырой клейковины;
- определение массовой доли золы;
- кислотность.

Влажность — один из важнейших показателей оценки качества дрожжевого теста. Влажность в мучных кулинарных изделиях является основным фактором, определяющим выход. По этому показателю можно судить о соблюдении технологического процесса производства мучных кулинарных изделий. Снижение или повышение влажности выше нормы свидетельствует о несоблюдении времени и температуры выпечки. Мучные кулинарные изделия с высоким содержанием влаги нестойки при хра-

нении, так как в них быстро протекают ферментативные и микробиологические процессы, приводящие к порче. Свободная влага пищевых продуктов благоприятна для этих процессов. Метод определения влажности основан на высушивании навески в сушильном шкафу до постоянной массы.

Клейковина представляет собой набухшие белки муки и характеризует ее хлебопекарные достоинства. Клейковина представляет собой упругую эластичную массу, получаемую при отмывании водой теста. Количество и качество клейковины определяют при отпуске, приемке муки и в процессе производства для характеристики ее хлебопекарных свойств. [1]

Определение сорта муки возможно только по показателю зольность. Это объясняется тем, что периферийные части зерна содержат большое количество клетчатки, пентозанов и минеральных соединений. При формировании сортов муки в условиях мукомольного производства высшие сорта образуются в основном из частиц эндосперма, низшие — преимущественно из периферийных частиц, включающих оболочки. Метод основан на сжигании продукта в муфельной печи до получения золы белого или слегка серого цвета.

Кислотность дрожжевого теста для мучных кулинарных изделий свидетельствует как о качестве муки, как исходного сырья, так и о соблюдении технологического процесса приготовления. В мучных кулинарных изделиях из перебродившего теста изделия не имеют золотистой корочки, поверхность изделий бледная. Уровень кислот-

ности муки зависит от ее сорта и продолжительности хранения. Чем ниже сорт и длительнее период хранения, тем выше кислотность. Метод определения кислотности основан на титровании гидроокисью натрия водной взвеси дрожжевого теста. [4]

На основании проведенных исследований качества по физико-химическим показателям были получены результаты, представленные в таблицах 1, 2, 3, 4.

Результаты по определению влажности представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели влажности опытных образцов дрожжевого теста

Наименование образца	Масса бюксы с навеской до высушивания, г	Масса бюксы с навеской после высушивания, г	Масса бюксы, г	Массовая доля влаги в тесте, %
Образец 1 (0%)	56,03	55,42	51,03	12
Образец 2 (5%)	29,28	28,70	24,06	11,1
Образец 3 (10%)	29,56	29,0	24,42	10,9
Образец 4 (15%)	53,24	52,40	48,24	16,8

Анализ данных, представленных в таблице 1, свидетельствуют о том, что дрожжевое тесто, приготовленное из пшеничной муки с частичной заменой ее на муку из грецкого ореха в дозировках 5, 10, 15% соответственно

по влажности соответствуют требованиям, предъявляемым стандартом. Следовательно, выход изделий из дрожжевого теста с частичной заменой на муку из грецкого ореха не измениться после их выпечки.

Таблица 2. Результаты определения клейковины

Наименование образца	Масса муки, г	Масса клейковины, г	Выход клейковины, %
Образец 1 (0%)	25	12,76	51,02
Образец 2 (5%)	25	12,42	49,68
Образец 3 (10%)	25	11,74	46,96
Образец 4 (15%)	25	11,07	44,28

Результаты проведенных исследований представлены на рис.1.

Анализ данных, представленных в таблице 2 и на рисунке 1 свидетельствуют о том, что с повышением введения в тесто муки из грецкого ореха количество сырой

клейковины в дрожжевом тесте снижается. Так, наименьшее количество сырой клейковины отмечено в опытном образце с частичной 15% заменой, что связано с особенностями химического состава муки из грецкого ореха. В опытном образце 4 отмечено низкое содержание



Рис. 1. Выход количества сырой клейковины в опытных образцах дрожжевого теста

сырой клейковины, что будет отрицательно сказываться на качестве готовых мучных кулинарных изделий.

Результаты по определению качества сырой клейковины представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты качества сырой клейковины

Наименование образца	Длина сырой клейковины, см
Образец 1 (0%), контроль	21,2
Образец 2 (5%)	18
Образец 3 (10%)	15,2
Образец 4 (15%)	14,3

Анализ данных, представленных в таблице 3, свидетельствует о том, что в образце 1 (0%) и 2 (5%) клейковина оказалась длинной, так как была растянута на 21,2 см и 18 см соответственно. В образце номер 3 и 4 наблюдается уменьшение длины клейковины. Анализ экспериментальных данных показал, что при внесении различных дозировок муки из грецкого ореха, содержание сырой клейковины снижается максимум на 32,5%, что, вероятно, связано с увеличением общей массы теста в результате внесения муки из грецкого ореха и с некоторым

снижением ее водопоглотительной способности в результате повышения упругих свойств клейковины. Установлено незначительное уменьшение содержания сухой клейковины (на 0,1% — 0,5%), что, возможно, объясняется тем, что мука из грецкого ореха имеют большую водопоглотительную способность, чем пшеничная мука, а, следовательно, на набухание белков клейковины не хватает влаги, и не гидратированные клейковинные белки частично вымываются в процессе проведения эксперимента.

Таблица 4. Определение массовой доли золы

Наименование образца	Масса тигля с золой, г	Масса пустого тигля, г	Масса тигля с навеской муки, г	Массовая доля влаги в изделии, %	Зольность, %
Образец 1 (0%)	29,71	29,66	31,18	12	3,74
Образец 2 (5%)	8,18	8,11	9,63	11,1	5,18
Образец 3 (10%)	10,07	10,04	11,55	10,9	5,23
Образец 4 (15%)	12,69	12,63	14,13	16,8	4,15

На основании данных, представленных в таблице 4 можно сделать заключение, что зольность во всех опытных образцах находится в пределах установленной нормы.

Таблица 5. Результаты анализа по определению кислотности

Результаты анализа, град	Образец 1 (0%) контроль	Образец 2 (5%)	Образец 3 (10%)	Образец 4 (15%)
Кислотность	4,5	5,94	9,0	10,8

Результаты данных, представленных в таблице 5, свидетельствуют о том, что кислотность в опытных образцах превышает установленную норму — не более 5 град. С увеличением процентного содержания муки из грецкого ореха увеличивается кислотность, что свидетельствует о повышенном содержании минеральных кислот.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что с повышение процентного содержания муки из грецкого ореха, снижается массовая доля влаги теста, уменьшается выход и длина клейковины, но наблюдается повышения значений показателя кислотности дрожжевого теста.

Литература:

- Долматова, И. А., Персецкая К. М., Иванова Г. Д. Перспективные направления производства мучных кондитерских изделий функциональной направленности /Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение [Текст]. В 2 ч. Ч.1.: мат. Междунар. науч.—техн. конф.— Воронеж: ВГУИТ, 2014.— с. 417–420.

2. Долматова, И. А., Персецкая К. М., Иванова Г. Д. Перспективные направления производства хлебобулочных изделий функциональной направленности /Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение [Текст]: В 2 ч. Ч.1.: мат. междунар. науч.— техн. конф.— Воронеж: ВГУИТ, 2014. с. 409–414.
3. Долматова, И. А., Рябова В. Ф. Блюда народов России [Текст] /учебное пособие /И. А. Долматова, В. Ф. Рябова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2012.— 61с.
4. Персецкая, К. М., Рябова В. Ф., Долматова И. А. Особенности химического состава и пищевой ценности хлебобулочных изделий функционального назначения /Кузбасс: образование, наука [Текст]: мат. Инновационного конвента — Кемерово; Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014. с. 164–166.

Уничтожение взрывных устройств с помощью робота

Закиров Евгений Аликович, студент;

Малёв Максим Валерьевич, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь

В современном мире важным вопросом выступает безопасность и защита людей. Самым главным является защищить население от терактов. Такие преступления недопустимы, поэтому создан робот, предназначенный для выявления и уничтожения взрывчатых устройств.

Ключевые слова: робот, безопасность, шестикомпонентный сенсор

The destruction of explosive devices robotically

In today's world, acts as an important issue safety and protection of people. The most important thing is to protect the population from attacks. Such crimes will not be tolerated, so created a robot designed to detect and destroy explosive devices.

Keywords: robot, security, six-component sensor

Задачи по созданию мобильных роботов, способных выявлять и уничтожать взрывчатые устройства, имеет успех в военных целях. Это востребовано для ведения антитеррористической борьбы. В последнее время в нашей стране высокий риск терактов, поэтому мы создали робота, который справится с обнаружением и ликвидацией взрывчатых устройств.

Основным назначением мобильного робота является визуальная, а также акустическая разведка местности, зданий, машин, труднодоступных мест, выявление и ликвидация взрывчатого устройства. Малогабаритный робот оснащается быстросъемным рабочим оборудованием.

В робота включены сенсоры, манипулятор, пульт управления, колесная платформа, разрушитель взрывчатых устройств. Робот оснащается трехосной полно-приводной платформой. Машина может передвигаться по слабопересеченной местности, преодолевать водные преграды и препятствия. Манипулятор обладает несколькими степенями свободы и включает в себя механизмы гидродинамического разрушителя взрывчатого устройства и наведения видеокамеры. Обследователь труднодоступные места, находить и уничтожать объекты позволяет выдвижная телескопическая штанга. [3]

Уничтожение взрывчатого устройства производится с помощью гидродинамического выстрела, который превышает скорость детонирования, что позволяет избежать взрыва. Также робот имеет специальный контейнер, в который можно сбросить взрывчатое устройство, отвезти на безопасное расстояние и произвести подрыв. [1]

Робот оснащен шестикомпонентным сенсором усилий \vec{F} . Для него справедливы расчетные соотношения. Будем считать, что вес объекта значительно превосходит вес схваты, поэтому последним пренебрегаем. Для простоты расчетных соотношений положим также, что система координат схваты совпадает с системой координат основания сенсора.

$$X = \xi, Y = \eta, Z = \zeta. [2]$$

По информации от датчиков можно определить массу и координаты центра тяжести объекта.

Очевидно, если сенсор регистрирует только силу тяжести объекта в схвате, то массу объекта можно легко определить по формуле

$$M_{ob} = (1/g) \sqrt{F_\eta^2 + F_\xi^2 + F_\zeta^2},$$

где F_η, F_ξ, F_ζ определены. Для расчета координат центра тяжести объекта воспользуемся соотношениями



Рис. 1. Робот для ликвидации взрывчатых устройств

$$M_\eta = F_\zeta \bar{y}_{ob} - F_\xi \bar{z}_{ob},$$

$$M_\xi = F_\eta \bar{z}_{ob} - F_\xi \bar{x}_{ob},$$

$$M_\zeta = F_\xi \bar{x}_{ob} - F_\eta \bar{y}_{ob}.$$

Так как определитель этой системы равен нулю (вследствие того, что моменты M_η, M_ξ, M_ζ не изменяются от перемещения точки приложения силы вдоль линии ее действия), будем искать точку $\bar{x}_{ob} = [\bar{x}_{ob}, \bar{y}_{ob}, \bar{z}_{ob}]^T$ пересечения линии действия силы тяжести, направляющий вектор которой $F = [F_\eta, F_\xi, F_\zeta]$, с перпендикулярной ей плоскостью, проходящей через начало координат системы OXYZ. Уравнение этой плоскости

$$F_\eta \bar{x}_{ob} + F_\xi \bar{y}_{ob} + F_\zeta \bar{z}_{ob} = 0.$$

Далее находим координаты пересечения линии действия силы F с этой плоскостью

$$\begin{bmatrix} \bar{x}_{ob} \\ \bar{y}_{ob} \\ \bar{z}_{ob} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_\xi & -F_\eta & 0 \\ -F_\zeta & 0 & F_\eta \\ F_\eta & F_\xi & F_\zeta \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} M_\zeta \\ M_\xi \\ 0 \end{bmatrix}$$

С помощью этих преобразований мы находим абсолютные координаты точки плоскости через которую проходит вертикальная линия силы тяжести объекта.

Сравнение полученных соотношений показало, что размещение датчика в запястье робота сопровождается существенным упрощением расчетных зависимостей и уменьшением числа вычислительных операций.

Робот может зарекомендовать себя в реальных условиях эксплуатации, решает задачи, связанные с обнаружением и ликвидацией взрывчатых устройств. Предлагаемая конструкция сенсора улучшает динамику его маневренности по труднопроходимой местности в процессе эксплуатации робота. Представленный робот многофункционален благодаря шестикомпонентному сенсору.

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. Промышленные роботы: учебное пособие в 3 ч. — М.; УМО АМ МВТУ им. Баумана; изд-во ПГТУ, 2009.
2. А. И. Корендысов, Б. Л. Саламандра, Л. И. Тывес. Теоретические основы робототехники; Книга 1; изд-во Наука, 2006.
3. <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=655956>

Дрон-робот для сельского хозяйства

Закиров Евгений Аликович, студент;

Малёв Максим Валерьевич, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь

В настоящее время ставится вопрос роботизации сельского хозяйства. Роботы смогут автоматически контролировать поля без участия человека. Дроны смогут передавать актуальную информацию о состоянии фермерских угодий.

Ключевые слова: дрон-робот, информация, сельское хозяйство, зрительное восприятие

Drone robot for agriculture

At the present time the question of robotics in agriculture. Robots will be able to automatically control the field without human intervention. Drones will be able to transfer up to date information on the status of farmland.

Keywords: The robot movement, the dynamic model of agriculture

Использование дронов-роботов в сельском хозяйстве является перспективным направлением. Дроны эффективно справляются с планированием и контролем за фермерскими угодьями. Роботы смогут выявить проблемы в ходе посевной или сбора урожая без каких-либо трудностей. Так же они смогут выполнять и другие функции, такие как: отпугивание птиц, опрыскивание полей, защита от воровства.

Беспилотник может самостоятельно передавать актуальную и эффективную информацию тогда, когда она вам необходима. Информация, накопленная за длительное время, позволяет анализировать процессы в динамике. Дрон может зафиксировать распространение заболеваний растений, целесообразно вносить удобрения или распылять химикаты.

Роботы оснащаются инфракрасными камерами, с помощью которых они могут определять больные растения, так как здоровые организмы отражают больше инфракрасного излучения, в отличие от растений подверженных инфекцией. Беспилотники могут автоматически подзаряжать аккумуляторы, вылетать на угодья по расписанию, производить фотографирование и съемку, возвращаться на место стоянки и скидывать информацию в систему автоматизированной обработки.



Рис.1. Дрон-робот

Для получения точной информации робот должен снабжаться хорошим зрением и мог ориентироваться в пространстве. Поэтому при мере миниатюризации электронных приборов технология монтажа печатных плат развивается в сторону увеличения плотности размещения компонентов. Кроме того, увеличивается их степень интеграции. Эта тенденция привела к появлению много выводных микросхем в планарных корпусах, размещаемых на поверхности платы, и обусловила потребность в разработке технологии автоматического высокоточного монтажа многоножечных микросхем с малым зазором между выводами. Для качественного монтажа подобных БИС необходимо обеспечить точность установки микросхемы. Один из эффективных путей обеспечения такой точности состоит в оснащении монтажного автомата средствами чувствования. Ниже описывается подобный автомат, снабженный системой технического зрения (СТЗ).

Основными этапами работы данной монтажной системы являются следующие.

1. С помощью СТЗ производится измерение точного положения монтируемой платы. Для этого камера подводится к месту расположения платы, считывается изображение и производится его сравнение с эталонной картинкой.

2. С помощью СТЗ определяется точное положение микросхем в вакуумном захватном устройстве.
3. На основе данных, полученных на первых двух этапах, осуществляется коррекция координат места установки микросхемы, и производится ее монтаж.

Имеющиеся серийные СТЗ не обеспечивают требуемой точности измерения положения платы и устанавливаемых на ней компонентов. Кроме того, недостаточно их быстродействие. Из-за этого пришлось разрабатывать новые алгоритмы зрительного чувствования. В качестве прототипа была выбрана система HV/R-1, ориентированная на робототехнические приложения. Эта СТЗ построена на базе 64-разрядного микропроцессора.

Взаимодействие с этим процессором осуществляется с помощью пульта управления, а также через последовательный порт. В системе имеется память для хранения изображения, которое получается в результате оцифровки.

Установка микросхемы на плате осуществляется механизмом позиционирования, закрепленным на кисти робота, работающего в декартовой системе координат. Положение самой платы фиксируется с помощью позиционирующего штыря. Оба эти средства не обеспечивают требуемой точности. Задача зрительной системы состоит в том, чтобы скорректировать вносимые ошибки. С учетом ошибок фиксации положения монтажного робота для обеспечения точности установки микросхемы системы технического зрения должна обеспечить измерение истинного положения микросхемы.

Один из распространенных методов измерения положения состоит в определении координат геометрического цента специальной метки. Эти координаты удается измерить с ошибкой минимум $\pm 0,3$ элемента изображения. Если путем подбора объектива добиться требуемой линейной точности, то окажется, что при имеющемся формате изображения поле зрения камеры будет меньше размера платы. В связи с этим для определения положения контактных площадок по всей плате нужно было бы обеспечить возможность перемещения камеры над ней. При этом возникли бы проблемы с обеспечением высокой точности позиционирования камеры, возникли бы временные затраты на обработку последовательности изображений и механические движения.

В связи с этим было принято решение «растянуть» поле зрения на всю плату, а требуемую точность обеспечить за счет алгоритмических средств.

Такую точность обеспечивает разработанный алгоритм «выделения яркостной волны». Его идея состоит в том, чтобы определять положение объекта не по одной точке, а по достаточно большому их набору. Тогда после усреднения результатов точность измерений существенно повысится. Разработанный алгоритм состоит в том, что полученная кривая распределения яркости разбивается на участки монотонно возрастания и монотонного убывания функции. В пределах каждого сегмента рассчитывается точка M_i максимальной скорости изменения яркости по формуле

$$M_i = \left\{ \sum (|F(i) - F(i-1)| \times (i + \frac{1}{2})) \right\} / \left\{ \sum |F(i) - F(i-1)| \right\}$$

где $A(i)$ — яркость i -го элемента изображения.

Приведенная формула представляет собой нормированную взвешенную сумму значений координат точек сегмента с весами, пропорциональными изменениям яркости в зоне каждого элемента изображения. Чем больше изменение яркости в данной точке, тем больше вклад этой точки в результирующее значение.

Эта процедура повторяется для всех четырех рядов силуэтов, после чего рассматриваются координаты и ориентация всего посадочного места.

Основанная на разработанном методе СТЗ помимо определения положения может выполнять следующие дополнительные функции.

1. Коррекция искажений изображения. Эта функция позволяет успешно определять положение структуры в ситуациях, когда имеются нарушения ее регулярности, обусловленные деформацией выводов, построенными структурами на изображении и пр.

2. Определение горизонтального смещения вывода микросхемы. Горизонтальное смещение вывода определяется путем сравнения зазоров между соседними выводами. Вертикальное смещение вывода оценивается по уровню яркости отраженного света.

3. Подсчет числа выводов (контактных площадок). Эта функция позволяет предотвратить ошибочную установку компонента, если подсчитанное число выводов не совпадает с заданным.

4. Определение положение метки. Данная функция позволяет локализовать метку.

5. Измерение яркости. После ввода соответствующей команды с клавиатуры пульта управления на мониторе высвечивается кривая значений яркости вдоль заданной линии измерения.

Исследование разработанной системы проводилось на операции установки БИС со 100 выводами, зазор между которыми составлял 0,65 мм. Применение разработанного метода выделения яркостной волны позволило повысить точность позиционирования микросхемы до $\pm 0,01$ мм. Время, которое требуется для проведения измерений, составляет 0,14 с.

Подобное внедрение дронов-роботов поможет фермерам следить за состоянием полей. Фотосъемка поможет рационально распределять химические вещества и определять плодородность почвы на различных участках. Система обработки изображения поможет передавать более точную информацию.

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. Промышленные роботы: учебное пособие в 3 ч.— М.; УМО АМ МВТУ им. Баумана; изд-во ПГТУ, 2009.
2. А.И. Кореняев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес. Теоретические основы робототехники; Книга 1; изд-во Наука, 2006.
3. <https://geektimes.ru/company/dronk/blog/266690/>.

Оптическая система для обнаружения пожаров

Закиров Евгений Аликович, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В современном мире ставится вопрос о роботизации предотвращения пожара на начальном его этапе. В связи с этим предлагается разработать онного робота с оптической системой, позволяющей быстро обнаружить возгорание и полностью локализовать его.

Ключевые слова: робот, лесные пожары, оптическая система

The optical system for the detection of fires

Evgeniy Zakirov Alikovich

In the modern world raises the question of robotics prevent fire in the initial stage. It is therefore proposed to develop a robot with the aforesaid optical system, allowing to quickly detect fire and fully localize it.

Keywords: The robot, forest fires, the optical system

При лесных пожарах выгорают леса и погибают звери. Это влечет за собой различные экологические последствия. Представляем робота, который сможет справиться с пожаром и предотвратить его появление (рис.1.)

Этот робот способен перемещаться с помощью конечностей. Если местность требует соответствующего сложного передвижения. Поэтому робот снабжается шестью парами лап похожими на лапы насекомого. В передней части робота устанавливаются пара усиков-датчиков, которые помогают роботу ориентироваться в простран-

стве, не натыкаться на препятствия. Многочисленные конечности нужны чтобы беспрепятственно перемещаться и патрулировать территорию. Главная его задача предотвращение пожара. У робота имеются инфракрасные сенсоры, с помощью которых он реагирует на сильные источники тепла. Когда такой источник попадает в поле реагирования, он связывается по беспроводной связи в координационный центр.

Скорость, с которой передвигается робот, зависит от типа местности.



Рис. 1. Робот, имитирующий насекомое

С помощью оптической системы робот сможет различать пространство предметов — область, в которой расположены объекты, и пространство изображений — область, в которой размещается изображение. Важнейшим элементом оптической системы является линза. В зависимости от комбинации образующих линзу поверхностей (выпуклой, вогнутой и плоской) различают более 10 типов линз. Наиболее распространенные типы линз имеют сферические сопрягаемые поверхности. Важнейшим параметром линзы является ее фокусное расстояние. В общем

случае линза содержит две поверхности раздела сред, поэтому она имеет два фокуса: передний f_n (со стороны пространства изображений). Соответственно и фокусных расстояний в такой линзе два: переднее и заднее. В такой линзе выделяют две главные точки (переднюю H и заднюю H') а также переднюю N и заднюю N' узловые точки. В простых расчетах ограничиваются моделью такой линзы, для которой переднее и заднее фокусные расстояния принимают одинаковыми и равными расстоянию вдоль оптической оси от центра линзы до ее фокальной точки.

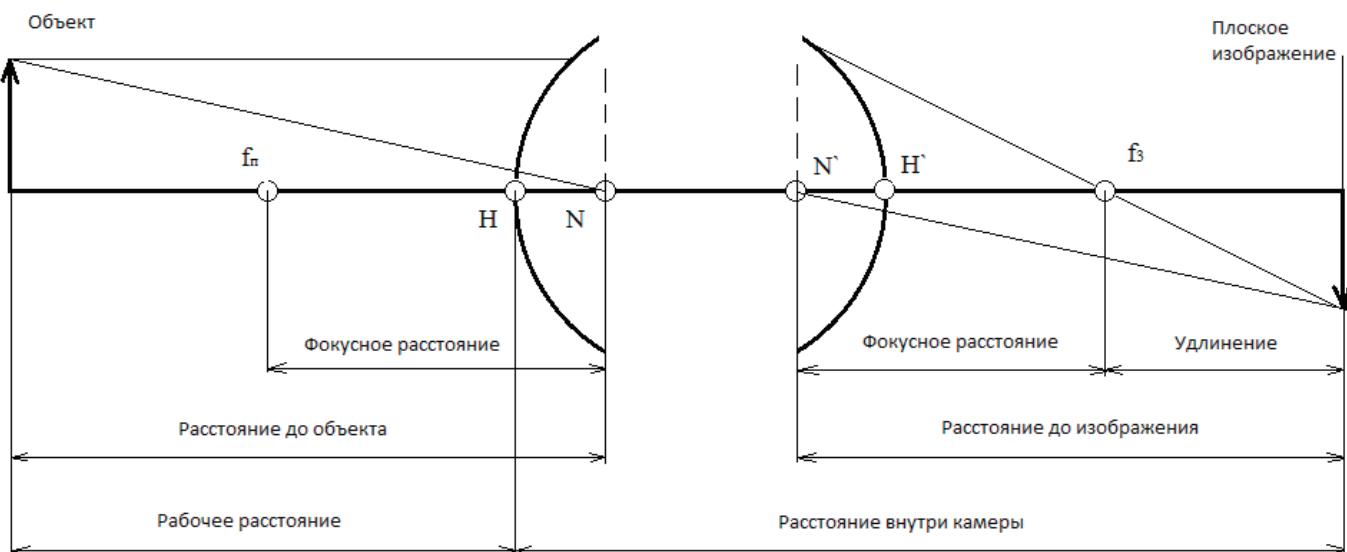


Рис. 2. Основные оптические точки линзы

Оптическая сила F_D сферической поверхности зависит от радиуса кривизны границы раздела двух сред с показателями преломления n_1 и n_2 и связана с передними и задними фокусными расстояниями выражением

$$F_D = -\frac{n_1}{f_n} = \frac{n_2}{f_3} \quad (1)$$

Оптическую силу линзы измеряют в метрах в минус первой степени (m^{-1})

Для тонкой линзы, находящейся в воздухе ($n_1 = n_2 \approx 1$), справедливая приближенная зависимость

$$F_D \approx -\frac{1}{f_n} = \frac{1}{f_3}$$

У собирающих линз $F_D > 0$, у рассеивающих $F_D < 0$. Чем больше оптическая сила, тем ближе к линзе располагается изображение и тем оно меньше.

Оптическую силу системы с несколькими линзами вычисляют по формуле Гульстрранда, учитывающей количество преломляющих поверхностей. Так, если оптическая система состоит из нескольких линз, то для каждой из них справедливо

$$F_D = F_{Dn} + F_{D3} - \frac{l_{n3}}{n} F_{Dn} F_{D3} \quad (2)$$

Здесь F_{Dn} и F_{D3} — оптические силы передней и задней поверхностей линзы соответственно; l_{n3} — расстояние между ними; n — показатель преломления заключенной между ними среды.

Главными характеристиками оптической системы являются: масштаб изображения, светосила поле зрения и разрешающая способность.

Обычно яркость предмета принимают постоянной. Тогда освещенность изображения \mathcal{Z}_u будет являться параметром, определяющим светосилу оптической системы. Яркость изображения Y связана с яркостью предмета Y_n соотношением:

$$Y = k_{np} \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2 Y_n$$

где k_{np} — коэффициент пропускания света.

Разрешающая способность связана со свойством оптической системы получать контрастное изображение, т.е. воспроизводить раздельно две точки. Её также можно определить в угловых и линейных единицах. Угловую решающую способность ψ_p вычисляют по формуле Рэлея:

$$\sin \psi_p \approx \frac{1,22}{d_{bx}} \Lambda f \quad (3)$$

где $d_{\text{зр}}$ — диаметр входного зрачка.

Линейную разрешающую способность K_p определяют с помощью тест-объектов, называемых мирами. В работе разрешающая способность K_p оптических систем достигает 100 линий на 1 мм. Разрешающая способность глаза зависит от диаметра его зрачка (1,5 ... 8 мм) и растет с увеличением последнего. Она максимальна при оснащенности З около 50 лк и длины излучения $\Lambda = 0,55$ мкм.

Работоспособность применяемой оптической системы позволяет сделать вывод, использование её как техническое зрение демонстрирует положительные качества, присущие роботам 3-го поколения.

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. Промышленные роботы: учебное пособие в 3 ч. — М.; УМО АМ МВТУ им. Баумана; изд-во ПГТУ, 2009.
2. А.И. Корендысов, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес. Теоретические основы робототехники; Книга 1; изд-во Наука, 2006.
3. <http://www.membrana.ru/article/3220>

Особенности проектирования и строительства дорожных одежд с основаниями из укрепленных грунтов

Звягинцева Алена Сергеевна, студент
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

В статье кратко описаны современные аналитические и феноменологические методы проектирования дорожных одежд, включающих основания из укрепленных грунтов и традиционных дискретных материалов. Приведены основы технологии стабилизации грунтов вяжущими при помощи ресайклеров стабилизаторов.

Ключевые слова: дорожная одежда, укрепленный грунт, ресайклер стабилизатор, деформация, главные напряжения

В любом регионе РФ имеются природные дисперсные грунты, которые широко применяют для строительства земляного полотна. Основным недостатком таких грунтов являются сравнительно малые значения параметров прочности и деформируемости. Причем у глинистых грунтов эти параметры зависят как от степени уплотнения, так и влажности. Судить о влиянии влажности и коэффициента уплотнения на величину модуля упругости, сцепления и угла внутреннего трения можно по результатам их расчета по формулам, опубликованным в научных статьях [1–6]. Поэтому применение грунтов в дорожной одежде требует их стабилизации, подразумевающей повышение параметров прочности и деформируемости.

Анализируя методы расчета дорожных одежд, созданные в последнее время, можно сказать, что по признаку применения к определенному конструктивному элементу их следует разделить на несколько групп:

— применяемые к земляному полотну и преследующие цель совершенствования расчета по сопротивлению сдвигу в грунте [7–10] и расчета величины безопасного давления, которое дорожная одежда передает на земляное полотно [11–14]. Совершенствование таких методов расчета выполняют модификацией условий пластичности [15–19] и моделей расчета главных напряжений [20–24];

— применяемые ко всей дорожной конструкции в целом, к которым прежде всего следует отнести расчеты на воздействие динамической нагрузки [25–27];

— применяемые к одному конструктивному элементу дорожной одежды, например асфальтобетонному покрытию [28–34] или основанию из дискретного материала [35–40].

К сожалению ни один из этих методов не учитывает особенности грунтов укрепленных цементом. Поэтому в дорожных конструкциях с основанием из цемента грунта возможно применение методов расчета грунтов земляного полотна и дорожной конструкции в целом.

Отсюда следует, что повышение срока службы дорожных одежд с укрепленными грунтами следует достигать технологически, обеспечивая качественное изменение исходного грунта, точную дозировку вяжущего, однородное перемешивание грунта и вяжущего, качественное уплотнение технологического слоя и уход за изготовленным слоем на протяжении всего периода необходимого для набора требуемой начальной прочности (обычно 3–7 суток).

Для укрепления грунтов неорганическим вяжущим применяют ресайклеры-стабилизаторы, которые используют и для холодной регенерации асфальтобетонных покрытий и оснований [41–43]. Эти машины могут работать по одной из двух технологических схем. При первой

схеме (см. рис. 1) сухое минеральное вяжущее распределяется на грунт перед машиной, которая при помощи

фрезерно-смешивающего барабана перемешивает грунт с вяжущим.



Рис. 1. Порошкообразное минеральное вяжущее, распределенное перед ресайклером-стабилизатором

По второй технологической схеме неорганическое вяжущее впрыскивается под кожух фрезено-смешивающего барабана в виде цементной суспензии (см. рис. 2). При размельчении грунтов фрезерно-смешивающим барабаном в месте действия резцов образуется корыто с вертикальными боковыми стенками, а по взаимодей-

ствию агрегатов грунта с рабочим органом машины можно выделить четыре группы. Первая группа агрегатов отбрасывается резцами под малым углом к горизонту, а вторая группа агрегатов отбрасывается на кожух барабана, что способствует дополнительному размельчению.

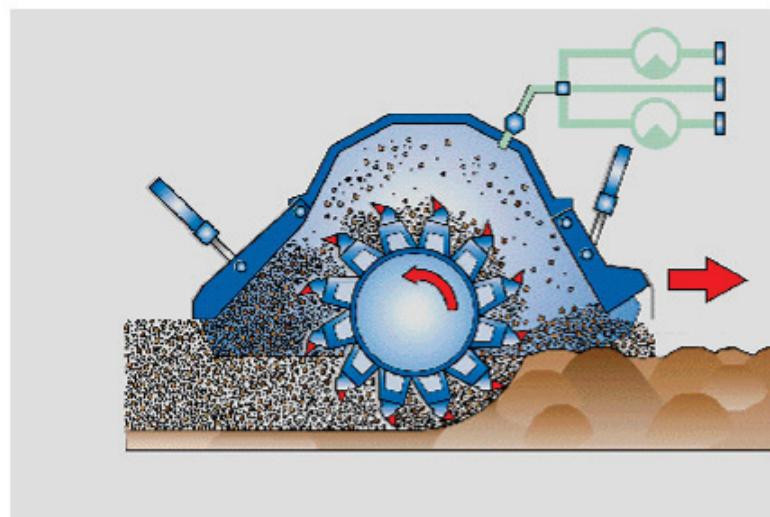


Рис. 2. Введение минерального вяжущего в виде цементной суспензии

Чем больше размер этих агрегатов, тем больше сила удара о поверхность кожуха. После удара о кожух агрегаты падают на дно корыта. Третья группа агрегатов ударяется о кожух и вновь падает на фрезерно-смешивающий барабан и вновь падает на кожух. Четвертая группа трижды отбрасывается на кожух. Многократные удары грунта о кожух способствуют лучшему его размельчению. Внутри кожуха агрегаты соударяются друг

с другом, что способствует дополнительному измельчению.

Основной задачей перемешивания является распределение одного материала в другом. Качество перемешивания в значительной степени влияет на прочность будущего материала. Расчетное значение прочности определяется средним значением прочности, величиной коэффициента вариации прочности и значением коэффициента Стьюдента [41, 42],

численное значение которого зависит от заданного уровня надежности и числа степеней свободы. Чем больше значение коэффициента вариации, тем меньше расчетное значение прочности и больше его отклонение от среднего значения. Значение коэффициента вариации тем больше, чем меньше однородность материала. Качественное перемешивание позволяет получить более однородную смесь. Чем однороднее смесь, тем меньше коэффициент вариации прочности и тем меньше отклонение расчетного значения прочности от среднего (нормативного) значения.

Современные ресайклеры стабилизаторы имеют систему электронного дозирования всех видов вяжущего и воды. Эти машины обеспечивают высокое качество всех

операций и после всего одного прохода по следу оставляют за собой технологический слой требуемой толщины. Поверхность этого необходимо спланировать автогрейдером, а сам слой уплотнить укаткой катком. При применении минеральных вяжущих готовый слой нуждается в уходе, после выполнения которого, по цементогрунтовому основанию устраивают слои покрытия. Дорожная одежда с асфальтобетонным покрытием и основанием из укрепленных грунтов включает в себя слои из монолитных материалов, которые в меньшей степени подвержены накапливанию пластических деформаций. Поэтому такие дорожные конструкции обладают более высокими показателями ровности.

Литература:

1. Witczak, M. W., Qi X., Mirza M. W. Use of Nonlinear Subgrade Modulus in AASHTO Design Procedure // Journal of Transportation Engineering, Vol. 121, No. 3 1995. Pp. 273–282.
2. Puppala, A. J. Estimating Stiffness of Subgrade and Unbound Materials for Pavement Design // NCHRP Synthesis 382, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC 2008. 139 p.
3. Heukelom, W., Klomp A. J. G. Dynamic Testing as a Means of Controlling Pavements During and After Construction. Proc., of 1st International Conference on Structural Design of Asphalt Pavements. 1962.
4. Александрова, Н. П., Семенова Т. В., Стригун К. Ю. Совершенствование методов экспресс оценки качества уплотнения грунтов земляного полотна строительства автомобильных дорог / Н. П. Александрова // Вестник СибАДИ. — 2015. — № 4. — с. 46–57.
5. Семенова, Т. В., Долгих Г. В., Полугородник Б. Н. Применение Калифорнийского числа несущей способности и динамического конусного пенетрометра для оценки качества уплотнения грунта // Вестник СибАДИ, 2014, № 1 — с. 59–66.
6. Александрова, Н. П., Троценко Н. А. Применение измерителя жесткости грунта Geogauge для оценки качества уплотнения при операционном контроле // Вестник СибАДИ, 2014, № 3 — с. 40–47.
7. Александров, А. С., Долгих Г. В. Калинин А. Л. Один из путей совершенствования расчета дорожных одежд по условию сопротивления сдвигу в грунте земляного полотна // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. — Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2013. — с. 9–22.
8. Александров, А. С. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Том Часть 1. Состояние вопроса. — Омск: СибАДИ, 2015. — 292 с.
9. Александров, А. С. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Том Часть 2. Предложения. — Омск: СибАДИ, 2015. — 262 с.
10. Петрушин, Е. А. Сдвигустойчивость глинистых грунтов в условиях кратковременных многократных нагрузок // Совершенствование методов расчета и конструирования дорожных одежд. — М.: СоюздорНИИ. — 1986. — с. 88–96.
11. Александров, А. С., Долгих Г. В., Калинин А. Л. О допускаемых давлениях на грунты земляного полотна и слои дорожной одежды // Наука и техника в дорожной отрасли. — 2012. № 2. — с. 10–13.
12. Долгих, Г. В. Расчет грунтов земляного полотна по критерию безопасных давлений // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2013. — № 6 (34). — с. 43–49.
13. Долгих, Г. В. Расчет нежестких дорожных одежд по критерию безопасных давлений на глинистые грунты земляного полотна // Автореф. Дис. канд. техн. наук. — Омск: СибАДИ. — 2014. — 20 с.
14. Долгих, Г. В. Применение критерия безопасных давлений для расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна // // В сборнике: Политранспортные системы материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия — ЕС. Новосибирск: СГУПС, 2015. — с. 176–182.
15. Александров, А. С., Долгих Г. В. Калинин А. Л. Модификация критериев прочности сплошной среды для расчета грунтов земляного полотна по сопротивлению сдвигу // В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ». — Омск: СибАДИ, 2013. — с. 228–235.
16. Александров, А. С., Калинин А. Л. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Часть 1. Учет деформаций в условии пластиичности Кулона-Мора // Инженерно-строительный журнал. — 2015. № 7 (59). — с. 4–17.

17. Александров, А. С., Долгих Г. В., Калинин А. Л. Применение критерия Друкера — Прагера для модификации условий пластичности // Наука и техника в дорожной отрасли. — 2013. № 2. — с. 26–29.
18. Чусов, В. В. Перспективы применения эмпирических условий пластичности грунтов и определение их параметров при трехосных испытаниях грунтов Вестник ВолГАСУ. — 2015. № 42 (61). — с. 49–57.
19. Калинин, А. Л. Совершенствование расчета касательных напряжений в дорожных конструкциях. Часть 1. Модификация критерия Писаренко-Лебедева и его применение при расчете касательных напряжений // Молодой ученый. — 2016. — № 6 (110). — с. 108–114.
20. Александрова, Н. П. Модифицированные модели для расчета главных напряжений в грунте земляного полотна // В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Омск, 2013. — с. 236–246.
21. Александрова, Н. П., Семенова Т. В., Долгих Г. В. Совершенствование моделей расчета главных напряжений и девиатора в грунте земляного полотна // Вестник СибАДИ. — 2014. — № 2 (36). с. 49–54.
22. Александров, А. С., Долгих Г. В., Юрьев Д. В. Расчет главных напряжений в слоях дорожной одежды из дискретных материалов // Транспортное строительство. — 2011. — № 7. — с. 17–22.
23. Александров, А. С. Один из путей расчета минимальных главных напряжений в грунтах земляного полотна / А. С. Александров // В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ». — Омск, СибАДИ, 2013. — с. 217–228.
24. Александров, А. С., Александрова Н. П., Долгих Г. В. Модифицированные модели для расчета главных напряжений в дорожных конструкциях из дискретных материалов // Строительные материалы. — 2012. — № 10. — с. 14–17.
25. Колмогоров, Г. Л., Кычкин В. И., Есипенко И. А. Метод конечных разностей в исследовании дорожных одежд при воздействии реальной транспортной нагрузки // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. — 2014. — № 1. — с. 69–77.
26. Колмогоров, Г. Л., Кычкин В. И., Есипенко И. А. Динамическая реакция дорожной одежды на действие динамической нагрузки // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. — 2015. — № 5. — с. 39–47.
27. Есипенко, И. А., Колмогоров Г. Л., Кычкин В. И. Численное моделирование колебаний дорожной одежды с учетом изменения приведенных физико-механических свойств материала // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. — 2014. — № 3. — с. 57–73.
28. Aleksandrova, N. P. Chysow V. V. The usage of integral equations hereditary theories for calculating changes measures in the theory of damage when exposed to repeated loads //// Magazine of Civil Engineering, 2016, No.2. Article in Press.
29. Чусов, В. В. Модифицированные критерии Писаренко-Лебедева и Кулона-Мора, учитывающие меры теории накапливания повреждений // Молодой ученый. — 2016. — № 9 (113). — с. 338–341.
30. Чусов, В. В. Применение теории накапливания повреждений в условиях пластичности асфальтобетона для расчета дорожных покрытий по сопротивлению сдвигу // Молодой ученый. — 2016. — № 6 (110). — с. 221–227.
31. Александрова, Н. П., Александров А. С., Чусов В. В. Учет поврежденности структуры асфальтобетона в критериях прочности и условиях пластичности // В сборнике: Политранспортные системы материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия — ЕС. Новосибирск: СГУПС, 2015. — с. 219–225.
32. Александрова, Н. П., Александров А. С., Чусов В. В. Модификация критериев прочности и условий пластичности при расчетах дорожных одежд // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2015. № 1 (41). — с. 47–54.
33. Кузин, Н. В. Расчет пластических смещений асфальтобетонных порожных покрытий // Молодой ученый. — 2016. — № 10 (114). — с. 253–255.
34. Кузин, Н. В. Исследование пластичности дорожных асфальтобетонов // Молодой ученый. — 2016. — № 10 (114). — с. 255–257.
35. Александров, А. С., Киселева Н. Ю. Пластическое деформирование гнейс- и диабаз материалов при воздействии повторяющихся нагрузок // Известия высших учебных заведений. Строительство. — 2012. — № 6. — с. 49–59.
36. Александров, А. С. Пластическое деформирование гранодиоритового щебня и песчано-гравийной смеси при воздействии трехосной циклической нагрузки // Инженерно-строительный журнал. — 2013. — № 4 (39) — с. 22–34.
37. Семенова, Т. В., Гордеева С. А., Герцог В. Н. Определение пластических деформаций материалов, используемых в дорожных конструкциях // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. — 2012. — № 4 (37). — с. 247–254.

38. Семенова, Т. В., Герцог В. Н. Пластическое деформирование материалов с дискретной структурой в условиях трехосного сжатия при воздействии циклических нагрузок // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2013. — № 1 (29). — с. 68–73.
39. Александров, А. С. Обобщающая модель пластического деформирования дискретных материалов дорожных конструкций при воздействии циклических нагрузок // Строительные материалы. 2016. № 5. с. 27–30.
40. Александров, А. С. Применение теории наследственной ползучести к расчету деформаций при воздействии повторных нагрузок: монография. — Омск: СибАДИ, 2014. — 152 с.
41. Wirtgen холодный ресайклинг. Руководство по применению. Germany: Wirtgen International GmbH, 2006. — 270 с.
42. ARRA. Full depth reclamation, a century of advancement for the millennium. // Asphalt Recycling and Reclaiming Association. Annapolis, US, 1993, 136 p.
43. Muncy, S. G. Cold in-place recycling practices in North America. // 5-th Eurobitume congress. 1993, Vol 1B, paper 4.39, pp. 886–889.

Устройство для определения значения критической силы Эйлера

Игамбердиев Холмурод Хайдарович, кандидат технических наук, доцент;

Абдурахманов Элёр Махмуджон угли, студент;

Сафаров Абдулазиз Абдутолип угли, студент;

Усманов Каҳрамон Шухратхон угли, студент

Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

В процессе улучшения практической подготовки специалистов значительную роль играют различные виды лабораторно — практических занятий. Лабораторно — практические работы помогают студентам прочно усвоить важнейшие разделы теоретического курса, прививают любовь к избранной профессии, приучают к творческой работе, без которой немыслима любая деятельность будущих специалистов. Лабораторно — практические работы служат связывающим звеном между теорией и практикой. Выполняя их, студенты углубляют и закрепляют теоретические знания, получаемые на лекциях, проводят научно — практические положения экспериментальным путем, знакомиться с оборудованием, приборами и аппаратурой, учатся пользоваться ими.

В некоторых учебных заведениях лабораторный практикум по статическому испытанию материалов проводится на разных машинах и установках Р-20, Р-30, КМ-50-І, СМ-4А и прессах Бринела, Роквелла с механическим и гидравлическим силообразованием, что со-пряженено с большой трудоемкостью и значительным расходом времени на подготовительные работы и проведение экспериментов. Также громоздкость и сложность конструкции машины требует много места и специального фундамента для ее установки. Кроме того, при подобном оснащении лабораторий не дает возможности на высоком уровне привлечь к активной самостоятельной работы каждого студента при выполнении лабораторных работ, работу выполняет только один более активный студент из подгруппы, а остальные остаются пассивными посетителями.

В настоящей статье дано описание по устройству и принципу работы разработанного универсального

устройства, предназначенного для выполнения лабораторных работ по статическому испытанию материалов на устойчивость.

При разработке конструкции устройства исходили из того что лабораторные работы будут выполняться совершенно самостоятельно, каждый студент будет проводить эксперимент по индивидуальным заданиям и в одинарном рабочем месте.

Также были поставлены задачи максимально облегчить труд студента, значительно сократить расход времени на подготовку и выполнение работ, повысить надежность, долговечность и безопасность условий проведения экспериментов.

Учитывая вышеуказанные переоборудовать слесарного тиски для определения потери устойчивости сжатого стержня. С этой целью неподвижная губка тиски снабжена с держателем образца, а подвижная губка с наконечником и механизмом нагрузки (динамометрическим ключом). На рис. 1 (а), (б) изображено общее устройство предлагаемой конструкции.

Устройство для определения значения критической силы Эйлера с учетом небольшого начального изгиба стержня включает установленное на слесарном верстаке 1 тиски 2, закрепленные на неподвижной губке держатель образца 4 и на подвижной губке 5 сменные наконечники 6. Держатель образца 4 и сменный наконечник 6 на губах 3 и 5 сверху закреплен тремя болтами 7. Рабочая грань левого образца держателя 4 выполнена в виде пластинчатой вилки 8 для установки испытуемого образца 9ю

Форма рабочей части правого подвижного губка 5 выполнена в виде прямоугольника установлен штатив. На правом конце винта 13 подвижной губки 5 тиски 2 с по-

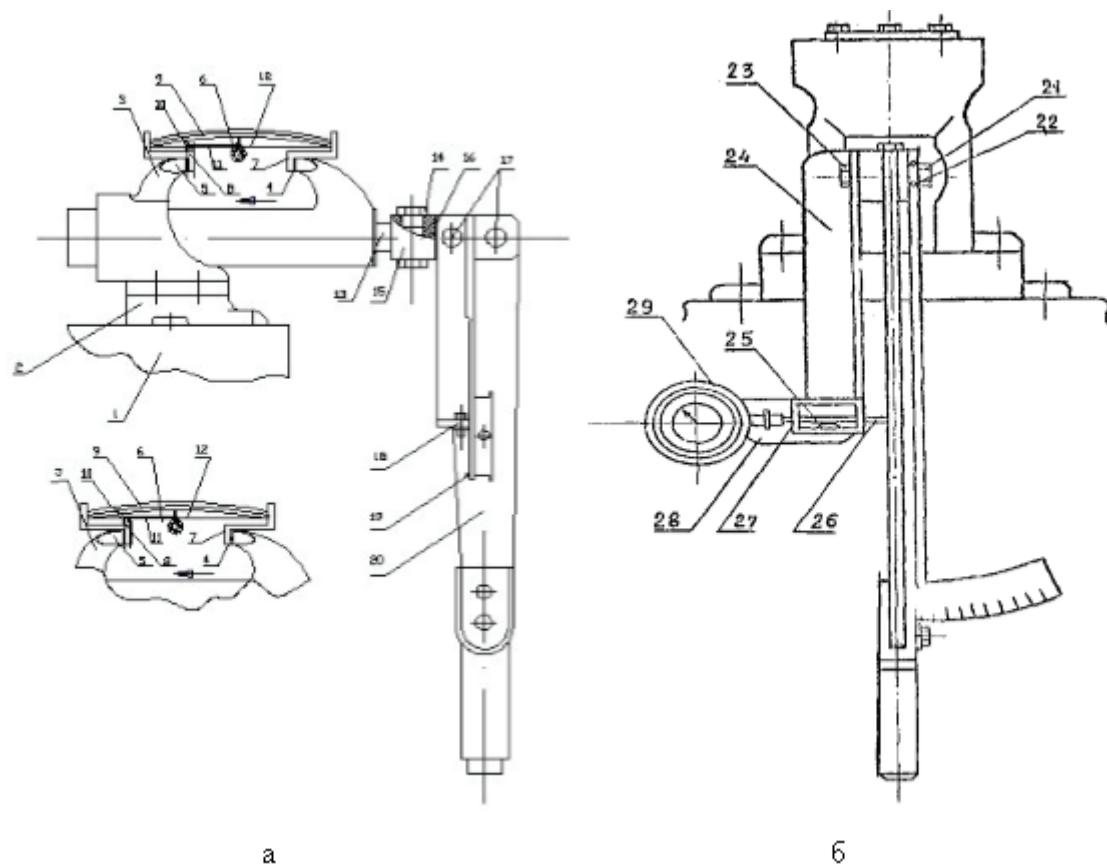


Рис. 1. (а), (б) Установка для определения устойчивости

мощью болта 14 установлен динамометрический ключ 15. Он выполнен из прямоугольной стальной пластины 16. По размеру она соответствует боковой стенке корпуса ключа 15 и прикреплена к нему двумя болтами 17 (M10), которыми также присоединен к корпусу стальной пружинный рычаг 20, с помощью гайками 21 и 23 к корпусу угольника 24. Стрелка прикреплена двумя винтами 22. К пластинке 16 (параллельно рычагу) приварен угольник 24 x 30 x 30 мм длиной 210 мм. К его свободному торцу под прямым углом приварен угольник 28 (сортамент тот же) длиной 120 мм. На нем болтом 18 (M6) закреплена индикаторная головка 29, для чего одно ребро угольника 28 серьезно со стороны головки 29, к нижней части угольника 28 винтами 19 (M4) присоединена державка 27 стержневого удлинителя 26. Внутри державки 27 размещена изогнутая пластинчатая стопорная пружина 25, выпуклая сторона свободного конца которой упирается в удлинитель 26 (удлинитель 26 — это толкатель от выбракованной индикаторной головки, державка 27 — часть корпуса последней). Рифленая пятка удлинителя 26 упирается в боковую грань рычага 20, а противоположный конец его взаимодействует с толкателем, индикаторной головкой 29 между контактирующими поверхностями предварительно создан натяг в 0,5 мм.

Устройство для проведения лабораторных работ по определению значения критической силы Эйлера с учетом небольшого начального изгиба стержня.

Испытание производится подкручиванием рычага 20 ключа 15 при этом вместе с винтом 13 механизмом тиски

2 подвижной губки 3 и начинает сжимать образец 9, соответственно при этом пружинный рычаг 20 ключа 15 изгибается и давит на пятку удлинителя 26 толкателя. Преодолев сопротивление стопорной пружины 25, перемещается в направляющих державках 27 на величину прогиба рычага. Перемещения удлинителя 26 через толкатель передается часовому механизму индикаторной головки 29 и фиксируется стрелкой. При этом, когда сжимающая сила достигает своего предельного значения, удлинитель толкателя 26 удерживается стопорной пружиной 25, так как стрелка индикаторной головки 29 фиксируется в положении, соответствующем максимальному усилию, приложенному к рукоятке 20 ключа 15. Записав показания индикатора 29, пружину 25 отжимают и удлинитель 26 возвращается в исходное положение.

Порядок проведения испытаний. Перед опытом измерить длину и поперечные размеры стержня и по обобщенной формуле вычислить теоретические значения критических сил

$$F_{kp} = \frac{\pi^2 E J}{(\mu l)^2}$$

Где Е — модуль Юнга

J — момент инерции стержня

μ — коэффициент приведения длины стержня

l — длина стержня

Вновь увеличить нагрузку и отклонить стержень от вертикали. Повторить это до тех пор, пока при некотором

значении нагрузки стержень не потеряет устойчивость. Это и есть критическая сила. Сравнить полученное значение критической силы с вычисленным теоретическим и подсчитать процент расхождения.

Для определения значения критической силы Эйлера с учетом небольшого начального изгиба стержня (рис. 2, а и б) на неподвижной 1 и подвижной 2 губках установлены одинаковые образцодержатели 7 и 8.

На образцодержатели 7 смонтирован штатив 11 с индикатором часового типа 6. На пазах образцодержатели 7 и 8 установлен испытываемый образец 10 небольшим начальным изгибом.

Испытание производится аналогично с прокручиванием рычага динамометрического ключа, при этом образцодержатель 7 сжимает испытываемый стержень 10 (об-

разца), а величина прогиба определяется индикатором часового типа 6.

Самодельная лабораторная установка (переоборудованная слесарная теска) практически безопасна в работе. Единственным условием, при этом в обязанность преподавателя, является наблюдение за правильным выполнением работы. По окончании работы прибор снимается с тисков, протирается и убирается.

Таким образом, для проведения лабораторных работ на предлагаемой учебно — лабораторной установке дает возможность привлечь к активной работе каждого студента при выполнении работы, что существенно влияет на активизацию познавательной деятельности. Ее применение позволяет значительно увеличить количество проводимых каждым студентов опытов.

Литература:

1. Александров, А. В., Поталов В. Д., Державин Б. П. сопротивление материалов: Учеб. для вузов. — М.: Высш. Шк., 1995 год — 560с.
2. Сопротивление материалов. Учеб. Пособие Н. А. Костенко, С. В. Валясникова, Ю. Э. Волошановская и др.; Под. ред Н. А. Костенко — Высш. шк., 2000 — год 430с
3. Тимошук, Л. Т. — Механические испытания металлов. — М.: Металлургия. 1971—224 с.

Выбор конструкционных материалов для оборудования установки газа и защита от коррозии

Каландаров Наврузбек Олимбаевич, ассистент;
Камолов Аброр Каххорович, бакалавр;
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Бердиева Ситора Уткировна, бакалавр
Бухарский государственный университет (Узбекистан)

Бахранова Зарнигор Бахтиёровна, ассистент
Бухарский политехнический колледж (Узбекистан)

В технологическое оборудование установок подготовке газа в зависимости от принятой технологии входят различные сосуды (сепараторы, адсорбера, десорбера и д.р) соединенные между собой межблочными трубопроводами с запорной, регулирующей арматурой и теплообменными аппаратами, а также прочие вспомогательные объекты.

Большая часть оборудования установок подготовки сероводород содержит газа выполняется из низколегированных малоуглеродистых сталей типа сталь 20. Стали подобного типа пластичны, хорошо свариваются, имеют небольшие после сварочные напряжения. Применяются они, как правило, в нормализованном и отпущенном состояниях. Для менее ответственных деталей, работающих в условиях незначительных нагрузок и давлений, применяется сталь 10 или 10сп. Сталь 20 для применения в условиях сероводородсодержащего газа поставляется с повышенными требованиями к качеству по ТУ 14-3-460-75.

На базе стали 20 с аналогичными механическими свойствами разработана более стойкая к сероводородному растрескиванию, но и более чувствительная к термическому влиянию сталь марки 20ЮЧ, дополнительно легированная алюминием и церием. Поставляется она по ТУ 14-1551-75. Для сосудов и трубопроводов более высокой категории ($\sigma \geq 320$ МПа) планируется применение стали 09ХГ2НАБЧ (ТУ 14-1-2635-79). Для нее дорабатывается технология сварки и после сварочной обработки

Транспортировка неосущенного газа в присутствие сероводорода двуокиси углерода и других агрессивно компонентов нецелесообразна ввиду высокой коррозионной агрессивности сырье и соответственно, резкого снижения надёжности эксплуатируемого оборудования и трубопроводов. Поэтому и наиболее простом сваренные установки по подготовке газа осушают его, а в более сложном очищают.

Более качественно газ осушают диэтиленгликолем (ДЭГ). Применяют его в концентрированном виде, а при насыщении влагой концентрация ДЭГа в растворе составляет 60–70%. В таком виде он подогревается регенерации. При повышенной температуре. С ростом температуры коррозионная агрессивность растворов ДЭГ увеличивается и достигается. При этом скорость коррозии в паровой фазе растворов ДЭГ выше скорости коррозии в жидкой фазе, что связано с переходом в нее легколетучих органических кислот, образующихся при окислении ДЭГа при регенерации могут соли, попадающие в него при обводнение скважин минерализованной водой.

Для очистки газа от сероводорода используют моноэтаноламин (МЭА) диэтаноламин (ДЭА) и триэтаноламин (ТЭА). Они хорошо растворимы в воде и поэтому их применяют в виде водных растворов. При температурах 40–80° С они хорошо поглощают сероводород, а при температурах 110–140° С выделяют его. Наиболее распространена очистка от кислых компонентов МЭА и ДЭА. Растворы эти имеют pH-12,7 сами по себе они не агрессивны. Коррозионная агрессивность увеличивается по мере насыщения кислыми компонентами, повышения температуры и соответствующего снижения pH.

Наиболее сильная коррозия как углеродистых, так и нержавеющих сталей, особенно в местах сварки наблюдается при температуре, близкой к 100°С. Наличие чистого сероводорода в растворах этаноламинов делает коррозионную агрессивность их ниже, чем в совокупности с углекислым газом. При этом общее содержание кислых газов в растворах этаноламинов не должно превышать 0,3–0,4 моля газа на 1 моль амина, особенно, если используют оборудование из углеродистых сталей. Превышение содержания кислых компонентов может привести к пересыщенному раствору этаноламина, выделению их и, соответственно, резкому усилению коррозионных процессов.

В настоящее время часто отмечаются случай сероводородного растрескивания через 5–6 лет эксплуатации

оборудования, контактирующего с регенерированными растворами этаноламинов, где содержание H₂S составляет около 1 г. Это указывает на высокую коррозионную агрессивность регенерированных растворов.

Очень высокой коррозионной агрессивностью на установках подготовки газа могут обладать сточные воды. Они представляют собой, как правило, минерализованную воду, содержащую все компоненты, встречающиеся в технологической линии подготовки газа. Состав сточных вод не постоянен и может колебаться в широких пределах. Наибольшая опасность заключается в том, что в них интенсифицируются локальные коррозионные процессы.

Контроль за коррозионным состоянием установок по подготовке газа начинается на стадии монтажа, где требуется выполнение установок в соответствии с проектом и без малейших отклонений от требований по коррозионно-стойкому материальному исполнению, сварке и термообработке соединений, обустройству контрольных точек, мест отбора проб и зондов предупреждения.

При эксплуатации осуществляют постоянный контроль за зондами предупреждения. Кроме того, осуществляют периодический контроль. Не реже 1–2 раза в месяц отбирают пробы по технологической линии для анализа на содержание ингибитора коррозии, ионов железа в жидких фазах и определения их pH. Контроль концентрации ингибиторов осуществляется по методикам, составленным их разработчиками.

Ингибиторы углекислотной коррозии ИКСГ-1 и КО углеводород растворимые, и содержание их соответственно определяется в углеводородном конденсате.

Принцип определения содержания ингибитора КО в углеводородном конденсате основан на зависимости содержания ингибитора от кислотности пробы, которая определяется согласно ГОСТ 5985–79. Пример градиуровочного графика для определения ингибитора КО приведен на рис. 1.

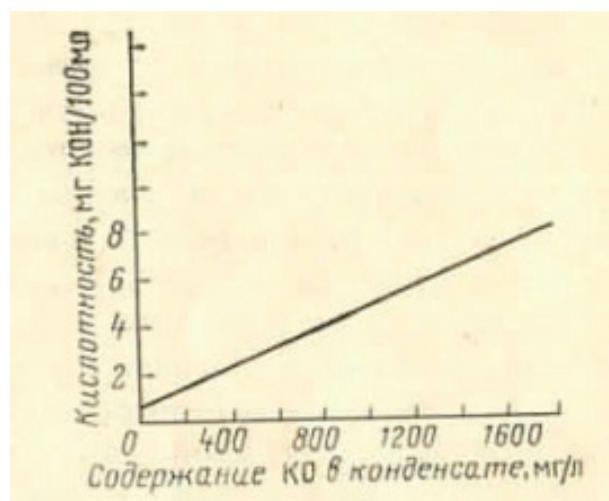


Рис. 1. Зависимость содержания ингибитора ИКСГ-1 в конденсате от коэффициента светопропускания при использовании различных кювет (определение на фотометре ФМ-58 И)

Для повышения точности определения концентрации ингибиторов градиуровочный график необходимо строить для каждой новой партии ингибитора.

Большинство ингибиторов сероводородной коррозии И-25-Д, И-25-ДМ, Донбасс-1, ИФХАИГАЗ-1 имеют функциональную группу, содержащую азот. Поэтому в основе определения концентрации азот содержащих ингибиторов в углеводородном конденсате в индивидуальном виде и в смеси лежит использование специфических цветных реакций на их азотсодержащую функциональную группу, например способность азотсодержащих ингибиторов образовывать с метиловым оранжевым желтим и виолуровой кислотой комплекс, окрашенный в розовато-фиолетовый цвет. Метиловый оранжевый желтый комплекс экстрагируют хлороформом, а комплекс, образований с виолуровой кислотой, водно-спиртовой (1:1) смесью. Интенсивность окраски экстракта, пропорциональную содержанию ингибитора, измеряют на фотоэлектроколориметре с использованием кюветы с толщиной поглощающего слоя 30 мм и светофильтров: для метилового оранжевого желтого комплекса — синего ($\lambda=434$ нм), и комплекса с виолуровой кислотой зеленого ($\lambda=500$ нм).

При отборе проб для образования метилового оранжевого желтого комплекса объем отобранного конденсата разбавляют изопропиловым спиртом в соотношении конденсат: изопропиловый спирт 95: 5. Определение содержания ингибитора водном или водно-метанолной фазах проводится аналогичным методом. Только при использовании виолуровой кислоты исключается стадия спиртовой экстракции и анализируется непосредственно водная или водно-метанольная фаза.

Содержание ингибитора x , мг/л, рассчитывают по формуле

$$x = \frac{\alpha \cdot 1000}{V}$$

где, a — масса ингибитора, найденная по градиуровочному графику, мл; V — объем пробы конденсата, взятый на анализ, мл. При использовании метилового оранжевого желтого комплекса разбавление пропиловым спиртом учитывается вводом коэффициента 0,95, т.е. запись в знаменателе будет 0,95 V . Чувствительность определения ингибиторов 2–3 мг/л.

Литература:

- Саакян, Л. С., Ефремон А. П. и др. Защита нефтепромыслового оборудования от коррозии. М.: — Недра, 1985 г, 206 с.
- Кац, Н. Г., Старики В. П., Парфенов С. Н. Химическое сопротивление Материалов и защита оборудования нефтегазопереработки от коррозии. М.: Машиностроение.—2011 г.
- Жук, Н. П. Курс теории коррозии и защита металлов: учеб. Пособие/ Жук Н. П.—2-е изд., стереотипное. Перепечатка издания 1976.— М.: ООО ТИД «Альянс», 2006.—472.

Аналогичным методом можно определять концентрации импортных азотсодержащих ингибиторов, например, типа «Виско».

Общую и локальную виды коррозии контролируют не реже 2 раз в месяц по зондам электросопротивления или аналогичным, но другого типа по всей технологической линии в жидких фазах, газовой фазе и по возможности на границах раздела, а также не менее 1 раза в год по образцам-свидетелям и замерам толщины стенок ультразвуковым или другим дефектоскопом. За сероводородным растрескиванием ведется наблюдение косвенным методом по степени водород проницаемости водородных зондов на первой стадии (в течение года) не реже 1 раза в неделю и на последующей-1 раза в квартал; по напряженным образцам и образцам для гиба-перегиба — не реже 1 раза в год. По мере проведения ремонтных работ необходимы вырезка образцов метал и полный анализ их состояния: определение механических свойств, содержания водорода, стойкости к сероводородному растрескиванию, а также металлографические исследования. Кроме того, периодически проводится визуальный осмотр внешнего состояния и не реже 1 раза в год — внутренней осмотр сосудов с проведением соответствующих замеров и техническим освидетельствованием их.

Утечка сероводород содержащего газа во фланцевых соединениях может привести к сероводородному растрескиванию крепежных элементов. Поэтому при обнаружении утечек необходимо элементы крепежа подвергнуть контролю для определения возможности их дальнейшей эксплуатации.

Для оценки состояния шпилек из фланцевого соединения, имеющего пропуски в уплотнении, отбирают 1–3 шпильки, а в случае четкого выявления зоны прямого воздействия среды отбирают не менее 1–3 числа шпильке этой зоны. Оценивать можно по испытаниям либо самой шпильки, либо — образцов из нее по конкретным от браковочным критериям. Это может быть величина удельной работы пластической деформации, израсходованной на образование шейки, или изменение относительного сужения, определяемое с высокой точностью. От браковочные критерии получают в результате модельных испытаний в лабораторных условиях.

Защита промысловых нефтегазопроводов от коррозии

Каландаров Наврузбек Олимбаевич, ассистент;

Камолов Аброр Каххорович, бакалавр;

Жураев Лазизбек Жалолиддинович, бакалавр

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Бердиева Ситора Уткировна, бакалавр

Бухарский государственный университет (Узбекистан)

Кромысловым газопроводам относятся шлейфовые трубопроводы для сбора газа и углеводородного конденсата, а при наличии газоперерабатывающего завода трубопроводы транспорта неочищенного газа от установок подготовки газа до газоперерабатывающего завода.

Шлейфовые трубопроводы и конденсат проводы для сероводород содержящих газов и углеводородного конденсата сооружают из сталей марок 20, 20ЮЧ, 09ХГ2НАБЧ. При этом к качеству сталей предъявляются особые требо-

вания, такие, как ограничение эквивалента углерода, отношение предела текучести к пределу прочности не более 0,8 и обязательный 100%-ный контроль на наличие дефектов ультразвуком.

Увеличенный содержания какого-либо упрочняющего легирующего компонента можно повысить не только стойкость стали к сероводородному и водородному растрескиванию, но и категорию прочности. Так, сталь марки 12Г2Ф имеет следующий химический состав

Компоненты	C	Mn	Si	S	P	V
Содержание	0,13	1,48	0,46	0,013	0,01	0,087

При модифицировании ее кальцием 0,008–0,011% повышается предел текучести на 48% по сравнению со сталью 20, при этом она имеет более высокую стойкость к сероводородному растрескиванию.

В основе повышения коррозионной стойкости шлейфовых труб и конденсатопроводов для газа и углеводородного конденсата, содержащих двуокись углерода, лежит применение хромсодержащих сталей. Механические свойства и методы сварки не являются в данном случае определяющими.

Неочищенный газ, содержащий CO₂, при достаточной осушке может транспортироваться по обычным не коррозионно стойким трубам. При наличии влаги коррозионно стойкое материальное исполнение должно предусматривать, как и в других подобных случаях, стали с повышенным содержанием хрома.

Нефть — не коррозионно-активная среда. Однако наличие даже небольшого количества воды (1–5%) в транспортируемой нефти значительно повышает ее коррозионную агрессивность. Наличие в сопутствующей воде солей и прежде всего ионов хлора, углекислого газа, кислорода, сероводорода в соответствующей последовательности усиливает ее агрессивность. Чаще всего сопутствующая вода содержит несколько или все из перечисленных компонентов. Кроме того, к наиболее распространенным скоростям потоков продуктов надо отвести величины скоростей, близкие к 1 м/с. При таких скоростях в нефтепроводах наблюдается расслоений режим течения. В нижней части нефтепровода существует водная фаза, а верхней — нефтяная, а при наличии нефтяного газа трехслойный режим транспортировки с газовой фазой

в самой верхней части трубопровода. При таком режиме транспортировки обычно неизбежно образование на нижней образующей трубы слоя механических примесей и продуктов коррозии. Соответственно, максимальная скорость коррозии наблюдается на нижней образующей трубы по основному металлу (около 60% коррозионных поражений) в виде продольных канавок с шириной в зависимости от диаметра трубопровода 10–60 мм и длиной 2–20 м с переменной глубиной

Преимущественно коррозионные разрушения нефтепроводов наблюдаются на пониженных, всходящих участках и в застойных зонах. Скорость проникновения коррозии в зависимости от конкретных условий может колебаться в пределах от 0,5 до 12 мм/год.

Случай коррозионного и сероводородного растрескивания нефтепроводов наблюдаются редко, что, вероятно, связано с невысокими давлениями в трубопроводах (обычно 1–1,5 МПа) и применением для их изготовления низкоуглеродистых пластичных сталей.

Максимальной коррозионной агрессивностью обладает сырьевой природный газ, содержащий коррозионно-активные компоненты. Коррозионная агрессивности его зависит от наличия двуокиси углерода, сероводорода, минерализованной воды, рабочего и парциального давлений, температуры и других составляющих.

Кроме того, существенное влияние на коррозионную активность продуктов транспортирования по шлейфовым трубам может оказывать режим газожидкостного потока. При наличии в газе углеводородного конденсата наиболее предпочтительным является кольцевой режим транспорта газа. Агрессивность продуктов транспорта определяется

агрессивностью влагосодержащего углеводородного конденсата, а она менее опасна, чем водная и водно-паровая фазы, содержащие кислые компоненты. Соответственно, трубопроводы углеводородного конденсата наиболее целесообразно эксплуатировать тоже в кольцевом режиме.

Коррозионная агрессивность продуктов транспорта трубопроводов неочищенного газа определяется помимо температуры, рабочего давления газа и парциальных давлений кислых составляющих относительной влажностью. При отклонениях от оптимальных режимов или с течением времени влажность в трубопроводе может превысить допустимые ограничения и продукты транспорта могут стать в значительной степени агрессивными. При абсолютном исключении повышения влажности в трубопроводе осущененный газ, содержащий двуокись углерода и сероводород, обладает минимальной коррозионной агрессивностью.

К наиболее распространенным способам защиты нефтепромысловых трубопроводов относится ингибиторная защита. Ингибитор вводят постоянным или периодическим впрыском дозировочными насосами в чистом виде или в 10–20%-ном растворе в нефти. Ингибитор вводят из расчета 20–300 г/м³ жидкости вообще или водной фазы.

Значительно повысить эффективность ингибиторной защиты позволяет впрыскивать ингибитор непосредственно в водную фазу с малым расходом или в зоны скопления пластовой воды, а также сразу после механической чистки трубопровода от отложений.

Наибольшее распространение вследствие высоком защищенной эффективности получили отечественные ингибиторы типа ИКБ. В частности, применяемый совместно нефтерастворимый ингибитор ИКБ-4И и водорастворимый ингибитор ИКБ-4В имеют защитный эффект порядка 70–90%. Из зарубежных хороши зарекомендовали себя ингибиторы типа ВИСКО-904.

Значительно снизить число коррозионных поражений нефтепроводов позволяет рациональное применение технологических приемов транспорта нефтепродуктов. Один из них — ликвидация возможности расслоения нестойкой нефтеvodной эмульсии по поддержанию высоких скоростей ее транспортирования в так называемом эмульсионном режиме. Второй технологический прием заключается в раздельной транспортировке безводной и обводненной нефти. Третий это периодические гидравлические испытания нефтепроводов. Возможно применение и других технологических приемов, которые особенно эффективны при совместном применении с защитными мероприятиями и, в частности, с ингибированием.

В последнее время находят все более широкое применение трубы с защитными покрытиями и, в частности, футерованные полиэтиленом и оцинкованные.

К косвенным способам защиты нефтепроводов следует также отнести борьбу с сульфатвосстановливающими бактериями и профилактику противных.

Однако основной способ защиты от коррозионных поражений внутренней поверхности промысловых трубопроводов — это ингибирование.

Ингибирование шлейфовых трубопроводов, как правило, осуществляют для защиты оборудования добычи газа, но при необходимости возможен дополнительный ввод ингибитора в начале шлейфового трубопровода. Наиболее оптимальна ингибиторная защита шлейфового трубопровода в условиях эксплуатации его в кольцевом режиме, т.е. растворенный в жидкой фазе ингибитор равномерно омывает внутреннюю поверхность трубопровода.

Конденсат проводы дополнительному ингибированию не подвергаются. Для их защиты достаточно ингибитора, растворенного в углеводородном конденсате на стадиях ингибирования оборудования для добычи газа, шлейфовых газопроводов и оборудования установок по подготовке газа. Применяемые на этих стадиях ингибиторы углеводород растворимые.

Для защиты трубопроводов неочищенного газа его необходимо осушать на установках по подготовке газа. Однако ввиду того, что этого недостаточно для надежной работы газопроводов, применяется периодическое ингибирование их 2–4%-ным ингибиторным раствором.

Метод ингибирования трубопроводов неочищенного газа имеет два существенных недостатка: 1) остановка газопровода на период ингибирования; 2) невозможность ингибировать начальный и конечный участки газопровода. Для устранения второго недостатка. Всесоюзным научно-исследовательским институтом природных газов предложен метод аэрозольного ингибирования, основанный на введении в поток газа мелкодисперсной аэрозоли ингибиторного раствора. Метод прошел успешное опробование. Однако проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали, что при создании достаточно мелкодисперсной аэрозоли ингибирование трубопроводов этим методом возможно на протяжении до 20 км.

Методы защиты промысловых нефтегазопроводов от подземной коррозии. Защита промысловых нефтегазопроводов осуществляется комплексно: изоляционными покрытиями и катодной поляризацией.

Для определения необходимого числа установок катодной защиты (УКЗ) необходимы следующие исходные данные: удельное электрическое сопротивление грунта в поле токов катодной защиты; удельное электрическое сопротивление грунта по трассе и в месте анодного заземления; диаметр, толщина трубопровода; вид изоляционного покрытия; наличие и месторасположение источников сетевого электропитания.

В соответствии с рассчитанными силой тока, напряжением и мощностью выбирают тип катодной станции. При этом необходимо учитывать резервирование напряжения и силы тока на конечный период эксплуатации катодных станций, исходя из 30%-ного запаса, т.е. найденные значения силы тока и напряжения умножают на коэффициент, равный 1,3, а мощность — на коэффициент, равный 1,7.

Основные параметры наиболее широко применяемых катодных станций приведены в табл. 90 и 91.

Анодное заземление — один из основных узлов установок катодной защиты. В качестве электродов для анодного заземления в отечественной практике в основном используют сталь, железо кремний, графит и графито-пласт. Сталь железо кремний и графит могут быть применены и в коксовой засыпке допускается применение также стали в коксобетоне.

По конструктивному исполнению и глубине заложения анодные заземления можно разделить на следующие группы:

подпочвенное анодное заземление, устанавливаемое в грунтах с глубиной погружения до 10 м ниже поверхности земли с горизонтальным, вертикальным и комбинированным расположением электродов;

глубинное анодное заземление, устанавливаемое в специально пробуренные скважины (например, свайные анодные заземления и используемые в качестве анодного заземления обсадные колонии скважины, глубинные заземления с выходом рабочей части на поверхность земли, а также свайные с выходом торца на поверхность).

Литература:

- Саакян, Л. С., Ефремов А. П. и др. Защита нефтепромыслового оборудования от коррозии. М.: — Недра, 1985 г, 206 с.
- Кац, Н. Г., Старики В. П., Парфенов С. Н. Химическое сопротивление Материалов и защита оборудования нефтегазопереработки от коррозии. М.: Машиностроение.—2011 г.
- Жук, Н. П. Курс теории коррозии и защита металлов: учеб. Пособие/ Жук Н. П.—2-е изд., стереотипное. Перепечатка издания 1976.— М.: ООО ТИД «Альянс», 2006.—472.

Анализ системы требований к сельскохозяйственным дорогам

Карпов Александр Дмитриевич, студент;

Корнилова Екатерина Сергеевна, студент

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Статья посвящена рассмотрению проблем системы требований к сельскохозяйственным дорогам, а также выделению возможных направлений актуализации устаревших норм и правил.

Ключевые слова: сельскохозяйственный, дорога, система, правила, проблема

Развитие субъектов РФ, в контексте решаемых сегодня государством задач и с учетом территориальной неравномерности развития единой сети автомобильных дорог России, несомненно должно быть ориентировано на создание сельской транспортной инфраструктуры в первую очередь посредством решения задачи строительства, ремонта и реконструкции сельских автодорог [1,92; 2,73; 3,101]. Но с каждым годом многие стандарты становятся все менее актуальными. До сих пор многие СНиПы, утвержденные еще во времена СССР, используются в качестве главных строительных требований.

Для того, чтобы дорога выдерживала современные нагрузки, просто необходимо устанавливать соответствующие нормы, но, если брать за основу устаревшие правила, получится некачественная автомобильная дорога, которая довольно быстро может прийти в аварийное состояние [4,73; 5,273; 6,23].

Сельскохозяйственные дороги — неотъемлемая часть сложного технологического процесса сельскохозяйственного производства, а их отсутствие или низкое качество является главным условием, сдерживающим социально-экономическое развитие целых районов. Бездорожье

существенно увеличивает себестоимость сельскохозяйственной продукции, если обычно доля транспортных расходов составляет 20–40% от валовой себестоимости сельскохозяйственной продукции, то в бездорожных районах эта величина достигает 47% и более [7,43; 8,109; 9,71].

На сегодняшний день утверждено довольно мало Сводов Правил, то есть, во многих ситуациях приходится обращаться к устаревшим СНиПам. Если рассматривать, в частности, строительство сельскохозяйственных дорог, то в этой области данная проблема особо выделяется, потому что система контроля прямо влияет на качество самих дорог, которое, в свою очередь, отзывается на многих аспектах сельскохозяйственного производства и человеческой жизни в целом.

В 2015 году Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства сформировало план разработки и утверждения Сводов правил и актуализации ранее утвержденных Сводов правил, строительных норм и правил на 2015 г. и плановый период до 2017 г. Переосмотр действующего СНиПа 2.05.11–83 входит в двухлетний план.

Постановка цели и задач

Цель работы — выделить проблемы существующей системы контроля строительства. Помимо этого, важно найти способы решения этих проблем. Задачи:

- рассмотреть классификацию сельскохозяйственных дорог;
- изучить действующий СНиП 2.05.11–83;
- сравнить существующий СНиП 2.05.11–83 и проект СП 99.13330.

Классификация сельскохозяйственных дорог

Сельскохозяйственные дороги можно поделить на внешне- и внутрихозяйственные. Внешнехозяйственные служат для связи с существующими сетями автомобильных дорог. Внутрихозяйственные прокладывают непосредственно на территории этого хозяйства.

Согласно СНиПу 2.05.11–83 последние можно поделить на категории:

Таблица 1. Категории внутрихозяйственных дорог

Назначение внутрихозяйственной дороги	Расчетный объем грузовых перевозок, тыс. тонн в нетто	Категория дороги
Дороги, соединяющие центральные усадьбы колхозов, совхозов и других сельскохозяйственных предприятий, и организаций с их бригадами и отделениями	свыше 10	Iс
	до 10	IIс
Полевые и вспомогательные дороги, предназначенные для транспортного обслуживания отдельных с/х угодий или их частей	-	IIIс

Основная часть

Строительные нормы и правила (СНиП) — совокупность нормативных актов, регламентирующих осуществление проектирования, строительства и надзора. Свод правил (СП) — документ по стандартизации, содержащий правила и общие принципы в отношении процессов в целях обеспечения соблюдения требования технических регламентов.

Анализировался СП 99.13330 в первой редакции, который впоследствии должен заменить старый СНиП 2.05.11–83. Предложено изменить многие пункты, такие как, например, деление внутрихозяйственных дорог на категории (деление на 4 категории вместо 3), рекомендуемые скорости движения (уменьшение на особо трудных

участках дороги), также были пересмотрены ширина дорог и их полосность (расширение земляного полотна).

Но самыми значимыми предложениями являются те, которые помогут решить главные проблемы, связанные с дорогами. Одним из таких предложений является повышение стойкости асфальтобетонного покрытия за счет изменения его состава и увеличения качества материалов [10,103; 11,309; 12,77]. Таким образом материалы дорожной одежды должны соответствовать нескольким ГОСТам. [13,143; 14,34; 15,1683; 16,211; 17]. Это необходимо в связи с ростом единиц транспорта на сельскохозяйственных дорогах. Увеличение долговечности нового покрытия позволит сэкономить средства и благоприятно повлияет на развитие сельскохозяйственных центров.

Таблица 2. Сравнительная таблица по материалам дорожной одежды

СНиП 2.05.11–83		Проект СП 99.13330	
Материалы слоев и покрытий дорожной одежды	Толщина слоя, см.	Материалы слоев и покрытий дорожной одежды	Толщина слоя, см.
Цементобетон монолитный	16	Крупнозернистый асфальтобетон	7
Асфальтобетон, укладываемый в теплом состоянии: однослоиный/двуслойный	5/8	Мелкозернистый асфальтобетон	5
Асфальтобетон однослоиный, укладываемый в холодном состоянии	4	Щебеночно-мастичный асфальтобетон и песчаный асфальтобетон	3
Щебень или гравий, обработанные в установке или методами пропитки	8	Щебеночные (гравийные) материалы, обработанные органическим вяжущим	8
Грунты и малопрочные каменные материалы	10	Щебень, обработанный органическим вяжущим по способу пропитки	8
Щебеночные (гравийные) материалы, не обработанные органическим вяжущим:		Щебеночные (гравийные) материалы, не обработанные органическим вяжущим:	
На песчаном основании	15	На песчаном основании	15
На прочном основании:		На прочном основании	8
Для щебня/гравия	8/10	Каменные материалы и грунты	10

Проблемы существующей системы кроются в том, что она не позволяет устанавливать качество сельскохозяйственных дорог, необходимое для длительного использования. Это имеет глубокие последствия, влияющие на развитие сельского хозяйства в целом. Поэтому очень важно сделать так, чтобы новый свод правил соответствовал своему времени.

Выводы

Таким образом, действующий нормативный документ не выполняет своего предназначения, то есть, требования СНиПа 2.05.11–83 недостаточны для строитель-

ства сельскохозяйственных дорог необходимого уровня. Решением проблемы будет актуализация норм и правил с учетом множества аспектов использования сельскохозяйственных дорог. Очень важным является составление свода правил таким образом, чтобы основное внимание при строительстве уделялось качеству дорожного покрытия и увеличению сроков его службы.

Реализация данных предложений, в том числе и на основе многовекторности, очевидно позволит уменьшить вероятность появления нежелательных событий при разработке решений по организации работы сельской транспортной инфраструктуры.

Литература:

1. Лазарев, Ю. Г. Синицына Е. Б. Основы совершенствования транспортной инфраструктуры / Ю. Г. Лазарев, Е. Б. Синицына // Технико-технологические проблемы сервиса — СПб: 2013. № 2 (24), с. 92–93.
2. Лазарев, Ю. Г. Синицына Е. Б. Современное состояние проблемы совершенствования транспортной инфраструктуры / Ю. Г. Лазарев, Е. Б. Синицына // Технико — технологические проблемы сервиса. — СПб.: 2013. № 4 (26), с. 71–74.
3. Лазарев, Ю. Г. Транспортная инфраструктура (Автомобильные дороги). Монография — LAP LAMBERT, Германия: 2015. 173 с.
4. Ватин, Н. И. Производство работ. Определение продолжительности строительства воднотранспортных сооружений / Н. И. Ватин, Г. Я. Булатов, Т. Ф. Морозова, А. В. Ульбин // Учебное пособие: СПб, СПбПУ, 2013. 116 с.
5. Лазарев, Ю. Г., Новик А. Н. и др. Изыскания и проектирование транспортных сооружений: Учебное пособие /Ю. Г. Лазарев, А. Н. Новик, А. А. Шибко, В. Г. Терентьев, С. А. Сидоров, С. А. Уколов, В. А. Трепалин / СПб.: ВАТТ, 2008. 392 с.
6. Ермошин, Н. А. Эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие военно-автомобильных дорог: Учебник / Н. А. Ермошин, Ю. Г. Лазарев, С. В. Алексеев, В. Г. Лунев, Б. Г. Ашуркин, А. Н. Новик, В. А. Трепалин, Д. Л. Симонов, В. Т. Колесников / СПб: ВАТТ, 2015. 312 с.
7. Лазарев, Ю. Г. Формирование потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог / Ю. Г. Лазарев, Д. Л. Симонов, А. Н. Новик / Технико — технологические проблемы сервиса. СПб.: 2016. № 1 (35). с. 43–47.
8. Лазарев, Ю. Г., Громов В. А. Анализ условий создания предприятий и организаций производственной базы дорожного строительства. Вестник гражданских инженеров. 2014. № 1 (30). с. 109–111.
9. Рустенбек, С. Д. Формирование базы данных для тестирования дорожных одежд/ С. Д. Рустенбек, Д. Ю. Кириллова, Ю. Г. Лазарев // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2–2. с. 68–72.
10. Лазарев, Ю. Г., Громов В. А. Современные требования к обеспечению потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог // В сборнике: Инновационные технологии в мостостроении и дорожной инфраструктуре. Материалы межвузовской научно-практической конференции. 2014. с. 102–109.
11. Лазарев, Ю. Г. Строительство автомобильных дорог и аэродромов: Учебное пособие. / Ю. Г. Лазарев, А. Н. Новик, А. А. Шибко, С. В. Алексеев, Н. В. Ворончин, А. Т. Змеев, С. А. Уколов, В. А. Трепалин, С. В. Дахин, В. Т. Колесников, Д. Л. Симонов // СПб.: ВАТТ. 2013. 528 с.
12. Лазарев, Ю. Г., Собко Г. И. Реконструкция автомобильных дорог: Учебное пособие. СПб. 2013. 93 с.
13. Лазарев, Ю. Г. Обоснование деформационных характеристик укрепленных материалов дорожной одежды на участках построенных дорог. / Ю. Г. Лазарев, П. А. Петухов, Е. Н. Зарецкая / Вестник гражданских инженеров. 2015. № 4 (51). с. 140–146.
14. Ватин, Н. И. Моделирование набора прочности бетона в программе ELCUT при прогреве монолитных конструкций проводом/ Н. И. Ватин, М. О. Дудин, Ю. Г. Барабанщиков // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 2 (54). С. 33–96.
15. Lazarev Yu. G. Research of processes of improving soil properties based on complex ash cement binder / Lazarev, G. Sobko, M. Chakir // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vols. 584–586. Pp. 1681–1686.Yu. G.
16. Lazarev Yu. G. Effectiveness of Soil Reinforcement Based on Complex Ash-Cement Bonder Applied Mechanics and Materials / Yu. G. Lazarev, M. F. Chakir, E. N. Syhareva, Y. A. Ibraeva // Applied Mechanics and Materials. 2015. Vols. 725–726. Pp. 208–213.
17. Золотарь, И. А., Собко Г. И., Лазарев Ю. Г. Прибор для определения коэффициента влагопроводности талых связных грунтов нарушенной структуры нестационарным методом.— Патент на полезную модель RUS 662721.04.1997.

Конструкция фотометрического пульсоксиметра для мочки уха с беспроводной связью

Колесников Владислав Владимирович, студент;
Сальникова Евгения Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент
Дальневосточный федеральный университет

Конструкция большинства пульсоксиметров предусматривает снятие показаний с руки. Конструкция пульсометра, носимого на пальце неудобна для активного (подвижного) использования и мониторинга. Использование мочки уха для данной цели и внедрение функций беспроводной связи в полной мере решают описанные проблемы и повышают эргономичность и функциональность устройства. Также конструкция большинства пульсоксиметров предусматривает передачу результатов исследования с помощью проводного интерфейса. С развитием микроэлектроники стали популярны приборы без проводов со встроенным индикатором полученных результатов фотометрического исследования, причем они достаточно компактны. Однако, в наше время IT-технологий на первый план выходит возможность взаимодействия исследующих приборов со smart-устройствами повседневного использования, таких как смартфоны, умные браслеты, часы и многое другое. Следовательно, новой задачей становится внедрение технологий беспроводной передачи данных между устройствами.

Известно, что сигнал периферического пульса является одним наиболее информативных физиологических сигналов. При прохождении через слой вещества (в нашем случае кровь) светового потока с интенсивностью I_0 его интенсивность в результате поглощения в слое, отражения и рассеяния уменьшается до значения I . В зависимости от изменения значения I меняется и значение фототока, на котором основываются уже все остальные вычисления.

Мочка уха может служить почти точным «местом определения» величины кровотока организма. Нижняя ветвь поверхностной височной артерии распределяется в основном в области мочки уха. Мочка же обладает наименьшим порогом чувствительности из-за ограниченного болевого восприятия в результате наличия небольшого количества нервов. Все это делает её идеальным местом проведения фотометрических исследований.

Конструкция пульсоксиметра предполагает вставить в компактную клипсу (рисунок 1) излучатель (далее —

И) и приемник (далее — П) к мочке уха. Для И предполагается использовать сдвоенные светодиоды: светодиод с длиной волны примерно 660 нм и ИК-светодиод — 940 нм. В качестве П предполагается использовать широкополосный кремниевый фотодиод (350–1100 нм) из-за его наилучшего сочетания со сдвоенными светодиодами и низкого значения темнового тока ($2\text{--}5\text{ нA}$), при этом они сочетают в себе механическую прочность, компактность и долгий срок службы. Однако нужно помнить о необходимости усилителя для получения выходных сигналов требуемой амплитуды.

Клипса содержащая И и П вставлена в корпус напоминающий слуховой аппарат или Bluetooth гарнитуру, который также содержит источник питания, генератор сигналов, устройство аналоговой обработки сигналов, АЦП, блок управления и модуль беспроводной связи. Световая энергия от излучателя будет проходить через мочку уха и попадая на фотодиод вызывать в нем внутренний фото-

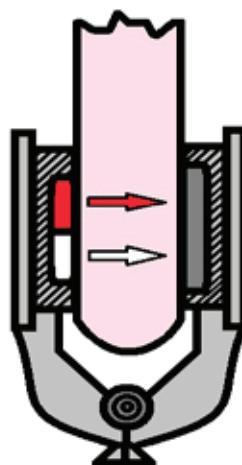


Рис. 1. Схема установки клипсы

эффект т.е. фототок, который в дальнейшем обрабатывается анализирующей частью устройства и отображается на индикаторном устройстве.

На сегодняшний день существует много технологий беспроводной связи: WiFi, Bluetooth, WiMAX, ИК-связь и т.д. Все они работают на радиоволнах, следовательно, для передачи данных используются методы, работающие при помощи радиоканалов определенной частоты. Основные отличия между ними — только в широте и частоте волн.

Исходя из поставленных задач нам подойдут те технологии, которые наиболее распространены в смарт-устройствах (смартфоны, смарт-часы и т.д.). На данный период это WiFi, а также Bluetooth. У каждого есть однозначные минусы, плюсы.

Многие пользователи знают, что эти технологии есть стандарты беспроводной связи, для передачи данных использующие конкретные радиочастоты. Их задачи похожи, а основная общая — это управление передачей данных от одного устройства к другому. Хороший пример, передача файла любого формата с мобильного телефона на компьютер. Её возможно осуществить, применяя Bluetooth, но также и WiFi. По этой причине многие путаются с этими технологиями. Но отличия однозначно имеются и рассмотрены ниже.

Оба, Bluetooth и WiFi (что расшифровывается как «Wireless Fidelity»), это стандарты, основанные на применении своих персональных протоколов.

Стандарт Wireless Fidelity с начала своего появления стал широко применяться для создания локальных сетей. Процесс подключения и настройки сети сильно упрощается без LAN кабелей. Данный стандарт пользуется диапазоном частот 2,4 ГГц — 5 МГц, который чаще всего разделяется на некоторое число каналов.

Что касается расстояния, где функционирует WiFi, оно равняется:

1) примерно 300 м от узла беспроводной сети на открытой площади;

2) примерно 100 м в закрытых помещениях.

Bluetooth же работает в частотном диапазоне 2,4 ГГц — 2,4835 ГГц, и в сопоставлении с WiFi, обладает радиусом действия короче, только примерно 10 м. Но новейшие версии Bluetooth может функционировать уже в радиусе 100 м, само собой при определенных условиях.

Как говорилось выше, данные устройства работают на различных стандартах. Wireless Fidelity работает на стандарте IEEE 802.11. Устройства Bluetooth же сейчас пользуются стандартом Bluetooth 4.2.

Существенным моментом является установка и подключение устройства. У Bluetooth нет потребности в этом. Его работа проста, не нуждается в настройке аппаратной конфигурации. Надо определить совместимое с Bluetooth устройство, куда передаются данные. Сложно найти ноутбуки, не имеющие встроенную поддержку Bluetooth. В персональный компьютер же можно установить подключаемый к USB-порту Bluetooth-адаптер.

Следующее значительное отличие: скорость, с которой транспортируются (передаются) данные. У Bluetooth скорость выше, чем у еще и восприимчивого к потере данных WiFi. Сети Bluetooth дают возможность передавать данные со скоростью 1 Мбит/с.

Рассматривая сферы их применения, можно отметить, что основная задача Bluetooth: транспортировка данных и файлов с одного на другое устройство. Используя его можно просто получить доступ к Bluetooth-совместимому устройству с персонального компьютера. Что касается WiFi, возможна не только передача данных, но и получение доступа к БД и ПО компьютера, подключенного к сети.

WiFi используется, дольше чем Bluetooth. Современные компьютеры обладают установленными изначально в них беспроводными картами. Bluetooth сравнительно новая технология. Но во многих устройствах, телефонах и ноутбуках, он тоже встроен. Благодаря высокой скорости и защиты Bluetooth сейчас исследуется и совершенствуется семимильными шагами.

А в итоге мы приходим к выводу. WiFi достаточно распространен, имеет большой радиус передачи данных и больше возможностей, однако он значительно энергозатратен и обладает худшей скоростью в отличие от Bluetooth. Поэтому рассмотрим в общем более энергоэкономичный и скоростной вариант — Bluetooth.

Мы уже выяснили, что для работы Bluetooth-интерфейса выбирают нижний частотный диапазон ISM (Industrial, Scientific, Medical), используемый в работе промышленных, научных, медицинских и некоторых других приборах. Достоинства данного диапазона в том, что во многих странах (включая Россию), он освобожден от лицензирования. Базовая (основная) скорость — 1 Мб/с, в режиме High Speed — 54 Мб/с. Дальность на минимальной и максимальной мощностях 10 м и 100 м соответственно. Ширина канала Bluetooth-устройств: 723,2 Кбит/с и 433,9 Кбит/с в асинхронном и синхронном режимах соответственно. Разработчики новейшей версии Bluetooth утверждают, что от стандартной «таблетки», 3-х вольтовой батарейки типа CR 2025, такой модуль связи сможет работать несколько лет. Для защиты данных он использует 128-битное шифрование AES.

В анализе любого оборудования и принципов его работы важной деталью является их индивидуальное и совокупное воздействие на организм человека.

Для датчика мы используем светодиоды определенных спектров и конечно в зависимости от этого воздействующих на организм. В нашем случае это красный видимый свет и ближний инфракрасный свет. Стоит отметить, что электромагнитное излучение красного спектра в диапазоне 660 нм (450 ТГц) относительно безвредно, а инфракрасное излучение, хотя и является безвредным (тепловым), в коротковолновом диапазоне (0,74—2,5 мкм) которое может вызвать покраснение и ожог, конечно же, при чрезмерном использовании. Это заставляет ограничивать время ношения устройства и применять специ-

альные методы защиты в программном обеспечении устройства и его конструкции.

Bluetooth устройства при приеме-передаче данных создают некоторое электромагнитное поле вокруг себя, а это конечно негативно отражается на здоровье человека, возле которого это поле действует. Но так как мощность Bluetooth устройств зачастую очень мала, следовательно, и их вредность не так велика. Например, излучение от стандартной Bluetooth-гарнитуры примерно в 10–20 раз меньше излучения, которое создает сам мобильный телефон.

При этом если не злоупотреблять Bluetooth устройством — то его вредность можно сделать совсем незначительной. Однако такое устройство создаёт электромагнитное поле вокруг себя всегда, когда она просто включено, или находится в режиме ожидания — на связи с другим устройством. А, следовательно, постоянно носить на ухе такое устройство явно не пойдёт на пользу.

Надо отметить так же, что в большинстве случаев вред от Bluetooth, как и от других приёмо-передающих радиоустройств, проявляется совсем не сразу, а может оказаться через пару лет, или даже десятилетий. По наблюдениям и исследованиям учёных постоянное использование Bluetooth может увеличить риск раковых заболеваний, головные боли, возникают некоторые проблемы с памятью,

а значит и в целом с работой головного мозга. Постоянное использование к тому же может вызвать раздражительность и нервозность. И тем не менее ещё раз повторим, что всё это (и не только это) может возникнуть у тех, кто практически не выключает Bluetooth и не снимает Bluetooth устройства с головы. Но если применять такие устройства в меру — то страшных последствий не будет.

Это требует введение дополнительных мер безопасности при создании такого типа приборов и программного обеспечения к ним.

Таким образом мы делаем вывод. Фотометрический ИП пульсовой волны для мочки уха с кремниевым фотодиодом, в пару к которому входят сдвоенные светодиоды, состоящие из светодиода с длиной волны 660 нм (красный) и дополнительного светодиода для ИК подсветки 940 нм, обеспечивает высокую эффективность регистрации биосигнала, а его расположение и фиксация на мочке уха обеспечат эргономичную структуру и удобство в применении. А технологии Bluetooth беспроводной связи позволит надежно и быстро связать пульсоксиметр с другими устройствами. При этом значительного вреда человеческому здоровью наноситься не будет, и даже минимальное воздействие возможно ликвидировать специальными мерами безопасности при изготовлении и ношении устройства.

Литература:

1. Федотов, А. А., Акулов С. А. Измерительные преобразователи биомедицинских сигналов систем клинического мониторинга. — М.: Радио и связь, 2013. — 250 с.
2. Михеев, В. П., Просандеев А. В. Датчики и детекторы. Учебное пособие; 2007, — 172 с.
3. Чакчир, Б. А., Алексеева Г. М. Фотометрические методы анализа: Методические указания. — СПб., Изд-во СПХФА, 2002. — 44 с.
4. Архипкин, В. Я., Архипкин А. В. Bluetooth. Технические требования. Практическая реализация. Приложения. — М: Мобильные коммуникации, 2012. — 216 с.
5. Воробьев, Е. А. Датчики-преобразователи информации: Учебное пособие. — СПб.: ГУАП, 2001. — 43 с.
6. Алейников, А. Ф., Гридчин В. А., Цапенко М. П. Датчики (перспективные направления развития): учебное пособие. НГТУ, 2001. — 176 с.
7. Пролетарский, А., Баскаков И., Чирков Д. Беспроводные сети Wi-Fi — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. — 216 с.
8. Гук, М. Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия — СПб.: Питер, 2002. — 528 с.

Механическая обработка радиусов кривизны железнодорожных колёс

Коржан Николай Сергеевич, студент;

Карпов Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент;

Филиппенко Николай Григорьевич, кандидат технических наук, доцент

Иркутский государственный университет путей сообщения

Железнодорожные колеса — детали ходовой части подвижного состава, являющиеся важнейшими элементами конструкции любого железнодорожного транспортного средства — вагонов (грузовых и пас-

сажирских) и тягового подвижного состава. Все железнодорожные колеса изготавливают из специальных низколегированных углеродистых сталей. Их так и называют — колесные стали.

Железнодорожные колеса бывают:

- 1) по конструкции — цельные или составные (бандажные);
- 2) по технологии изготовления — литые или цельнокатаные.

Цельное колесо представляет собой цельную деталь, которую изготавливают из одного «куска» стали — стальной колесной заготовки. Большинство цельных колес являются цельнокатанными, однако применяются и цельные литые колеса. Сырьем для производства цельнокатанных колес вагонов служит высокопрочная сталь колесной марки 1, 2 (согласно нормативам ГОСТ 10791—2011 и ГОСТ 9036—88). Кроме того, в настоящее время выпускаются железнодорожные колеса с повышенной выносливостью дисков, характеризующиеся продолжительным сроком службы — это колеса с упроченным диском, а также с диском криволинейной формы. Срок службы таких колес до 50% выше, чем у стандартных.

Цельное железнодорожное колесо имеет три основных конструкционных элемента (рис. 1): ступицу, диски и обод. Роль ступицы — обеспечить прочное соединение колеса с осью. Обод колеса непосредственно контактирует с рельсом, а диск соединяет ступицу и обод между собой. Наружная поверхность обода, которая непосредственно контактирует со стальным рельсом, называется поверхностью катания, а выступающая ее часть — гребнем или ребордой.

Бандажное колесо (рис. 2) состоит из двух деталей — колесного центра и надеваемого на него бандажа. Бандажи изготавливают методами горячей обработки давлением с применением ковки, штамповки и прокатки, а также упрочняющей термической обработки. Колесные центры обычно изготавливают литьем. Железнодорожные колеса со сменным бандажом на ободе также имеют увеличенный срок службы, рассчитаны на пробег в несколько миллионов километров.

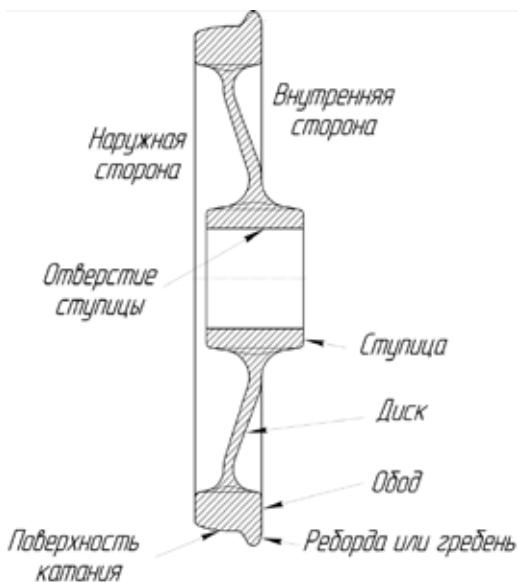


Рис. 1. Конструкционные элементы цельного колеса

В России и ближайшем зарубежье применяют только цельнокатаные колеса: колесо изготавливают из одной стальной

заготовки на большом колесопрокатном стане. В Северной Америке широко применяются цельнолитые колеса.

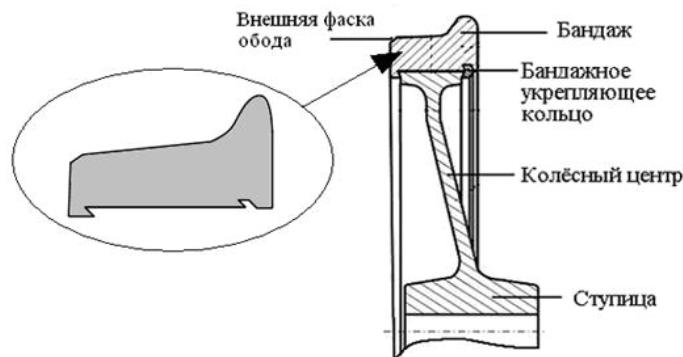


Рис. 2. Конструкционные элементы бандажного колеса

Железнодорожные колеса для вагонов называют вагонными колесами, для локомотивов — локомотивными колесами. Вагонные колеса несут весь вес вагона. Особенность вагонных колес в том, что в случае их поломки даже одного из них, у вагона нет никакого резерва, который мог бы хотя бы временно взять на себя несущую функцию поломавшегося колеса. Поэтому от железнодорожных колес требуют почти абсолютной надежности в отношении их общей конструкционной прочности.

Никогда не ломаться — вот главное требование к железнодорожному колесу. Поэтому для него прочностные свойства являются самыми важными характеристики. Однако на срок службы железнодорожного колеса влияют и такие его характеристики как износостойкость, стойкость к образованию термических трещин и даже уровень шума, который они издают при движении.

Для увеличения срока службы колес существует два основных пути — совершенствование колесной стали, за-

счет повышения ее качества и эффективности термической обработки колесной стали, а также совершенствование конструкции колеса.

По окончанию проведения сравнительного анализа с уверенностью можно сказать о том, что неспроста предметом внимания данной статьи является цельнокатаное колесо, так как в нашей стране и странах ближайшего зарубежья применяются колеса данного типа.

Повысить рабочий ресурс колес можно путём понижения механических напряжений, действующих в наиболее напряжённых местах. Исследования, проведённые на кафедре «Вагоны и вагонное хозяйство», показали, что наиболее нагруженными местами колеса являются места сопряжения обода с диском, и диска со ступицей, рис. 1. Эти места сопряжений описываются радиусами $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6$, рис. 3. Одновременно изменения величину всех этих радиусов можно уменьшить механические напряжения примерно на 20%, [1], что повысит срок службы колёс.

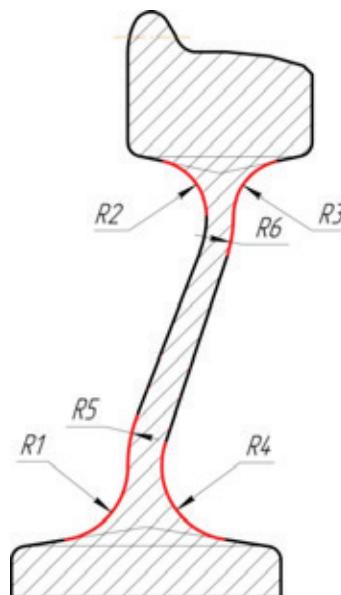


Рис. 3. Основные радиусы кривизны профиля осевого сечения цельнокатаного колеса, соответствующего ГОСТ 10791-2011

Однако одновременное изменение всех шести радиусов довольно сложно осуществить, так как для этого придётся изменить существующую технологию изготовления колёс и используемое оборудование. Наиболее лёгким путём является доработка изготовленного нового колеса с изменением только двух радиусов R_1 и R_2 . Данные радиусы на новом колесе имеют значения 52 и 40 мм. Предлагается [1] уменьшить величину радиусов соответственно до 35 и 30 мм.

Данное изменение радиусов достигается путём снятия небольшого слоя металла с готового колеса, а изменение других радиусов на готовом колесе можно произвести путём добавления металла, или изменением существующей технологии изготовления колеса, что очень сложно.

Предлагается следующая технология изменения радиусов R_1 и R_2 .

Для механической обработки колес применяется режущие пластины RCMX 2507 MO (рисунок 4) из сплава марки СТМ (с покрытием) фирмы САНДВИК — МКТС [2].

Размеры пластины: $D = 25$ мм; $d = 7,2$ мм; $S = 7,94$ мм.

Закрепление режущей пластины на державке SRGCN 3232M 25-X [2] производится винтом по системе крепления S [2].

Расчет режимов резания

Скорость резания

$$v = v_T \cdot k_{HB} \cdot k_T, \quad (1)$$

где v_T — приведенные в таблицах базовые скорости резания, $v_T = 95$ м/мин при подаче $S = 1,0$ мм/об [2];

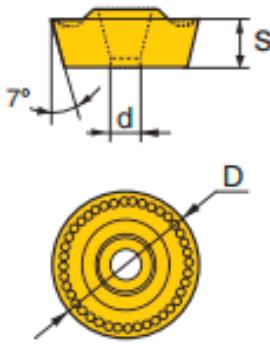


Рис. 4. Эскиз конструктивного исполнения пластины RCMX 25 07 МО

k_{HB} – поправочный коэффициент, зависящий от разности реальной твердости обрабатываемого материала и табличного значения твердости, $k_{HB} = 1,0$ [2];

k_T – поправочный коэффициент для периодов стойкости, 20 мин, $k_T = 0,95$ [2].

$$v = 95 \cdot 1,0 \cdot 0,95 = 90,25 \text{ м/мин.}$$

После определения скорости резания рассчитываем число оборотов шпинделя n , (об/мин) для обработки радиусов R_1 и R_2 , находящиеся на разных диаметрах:

$$n_{max} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{min}} = \frac{1000 \cdot 90,25}{3,14 \cdot 272} = 105,6 \text{ об/мин.} \quad (2)$$

$$n_{min} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{max}} = \frac{1000 \cdot 90,25}{3,14 \cdot 804} = 35,7 \text{ об/мин.} \quad (3)$$

В результате частичной оптимизации конструкции колеса величина максимального значения интенсивности напряжений в приободной зоне колеса предположительно уменьшится на 11,87 %, при этом масса колеса снизится на 4,8 кг относительно исходного номинального значения [1].

Литература:

- Цвик, Л. Б., Запольский Д. В. Зеньков Е. В. Еремеев В. К. Проектирование профиля железнодорожных колёс методом равномерного поиска в пространстве радиусов галтельных переходов // Статья ИрГУПС. 2015.
- Сменные пластины и инструмент // Каталог САНДВИК — МКТС. 2000. — 170 с.

Автоматизация верификации блоков электронных устройств поворота батареи солнечной космического аппарата

Кудряшова Галина Владимировна, инженер-программист

Акционерное общество «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева» (г. Железногорск, Красноярский край)

Все современные космические аппараты имеют в своем составе систему наведения антенн и систему поворота батареей солнечной. Различия между этими системами заключается в использовании различных двигателей и датчиков угла. Далее по тексту речь будет идти о системе поворота батареей солнечной, но всё сказанное применимо и для систем наведения антенн.

Систему поворота батареей солнечной в общем можно разделить на два конструктивно законченных блока: блок электронный и блок механический. Блоки электронные устройств поворота батареи солнечной имеют в своем составе микроконтроллеры с внутренним программным обеспечением. В связи с этим процесс испытаний приборов становится более трудозатратным и объемным. Для решения задачи качественной верификации разработанных приборов было создано специальное рабочее место автономной отладки приборов и блоков, имеющее в своем составе персональный компьютер с программным обеспечением, позволяющим испытателю проводить всестороннюю проверку прибора в максимально автоматическом режиме. Автоматизация рабочего места автономных электрических испытаний позволила минимизировать человеческий фактор в процессе испытаний и обработки информации, увеличить объёмы проверок и снизить временные ресурсы на проведение испытаний.

Ключевые слова: космический аппарат, бортовая аппаратура, испытание электронных приборов, радиоэлектронная аппаратура, система наведения антенн, программное обеспечение, устройство поворота батареи солнечной, электрические испытания

Современная радиоэлектронная аппаратура (РЭА) на базе микроконтроллеров требует специальных средств отладки. Создание РЭА осуществляется при постоянном взаимодействии разработчиков программного обеспечения (ПО) и разработчиков электрических схем, а автоматизированные рабочие места позволяют проводить работы по отладке РЭА оптимальным образом.

В настоящее время в Акционерном обществе «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» интенсивность проведения отработочных испытаний РЭА космических аппаратов при наземно-экспериментальной отработке (НЭО) очень высока. Необходимость увеличения эффективности отработки РЭА и сокращения сроков испытаний влечет за собой создание автоматизированных рабочих мест НЭО РЭА.

Блок электронный устройства поворота батареи солнечной. Разрабатываемые на предприятии блоки электронные устройств поворота батареи солнечной (БЭ УПБС), входящие в состав системы поворота батареи солнечной, проектируются индивидуально для каждого вида космического аппарата. БЭ УПБС управляетяется центральным приборным модулем (ЦПМ) по мультиплексному каналу обмена (МКО). БЭ УПБС по МКО принимает команды управления от ЦПМ, декодирует их и выдаёт управляющие воздействия блоку механическому устройства поворота батареи солнечной (БМ УПБС). Также БЭ УПБС принимает данные с БМ УПБС, обрабатывает их, кодирует и передаёт ЦПМ (рис. 1).



Рис. 1. Взаимодействие БЭ УПБС с другими подсистемами космического аппарата

Виды испытаний БЭ УПБС. Процесс испытаний РЭА на базе микроконтроллеров характеризуется определенными особенностями, связанными с разработкой программного продукта. В ходе верификации логики функционирования БЭ УПБС должна быть подтверждена правильность заложенных схемотехнических решений и их соответствие техническому заданию. Данный этап называется автономной отладкой БЭ УПБС и заключается в выявлении ошибок

при проектировании, изготовлении, а также ошибок в программном обеспечении прибора. Автономная отработка включает в себя несколько видов испытаний:

- лабораторно-отработочные испытания (ЛОИ);
- конструкторско-доводочные испытания (КДИ);
- предварительные испытания (ПриИ).

Структурная схема автономной отработки БЭ УПБС представлена на рис. 2.



Рис. 2 Структурная схема наземной экспериментальной отработки СНА

Объём и порядок проведения испытаний космического аппарата и его систем определяется государственными и отраслевыми нормативными документами с учётом тщательного анализа функционального назначения, требований к параметрам и характеристикам, условий эксплуатации, нештатных ситуаций, которые могут возникнуть на стадии эксплуатации. Объём испытаний зависит также от степени новизны.

Для проведения автономных испытаний было создано рабочее место автономной отладки БЭ УПБС (рис. 3).

Рабочее место автономной отработки БЭ УПБС состоит из персонального компьютера (ПК), устройства сопряжения с объектом контроля (УСОК) и испытуемого БЭ УПБС. Для информационного обмена между ПК и УСОК используются плата TE1-PCI, поддерживающая протокол МКО, PCI-1710 и PCI-7250 с цифровым и аналоговым вводом-выводом.

УСОК позволяет имитировать изменение внешних условий прибора, таких как изменение температуры, тока, положения батареи солнечной и других.

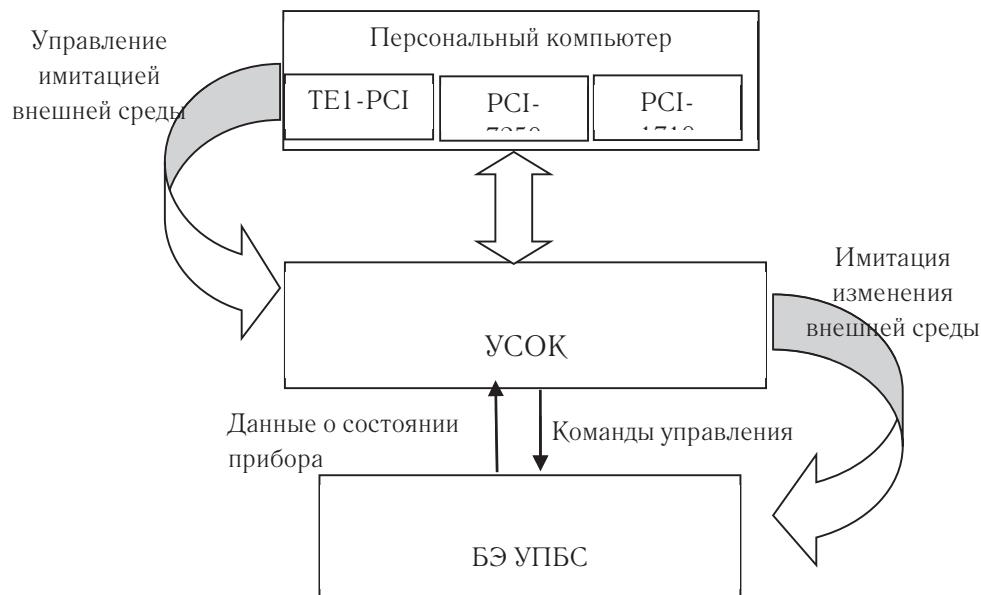


Рис. 3. Структура рабочего места автономной проверки БЭ УПБС

Программное обеспечение является основным инструментом, который должен поддерживать единое информационно-логическое пространство между аппаратурой контроля и отрабатываемым прибором, обеспечивать полную верификацию всех логических функций прибора, а также проводить его автономную отработку в сжатые сроки с наименьшими трудозатратами.

Разработанное ПО, решающее задачи по автономной отработке БЭ УПБС, реализует следующие основные процедуры:

- прогон тестовых наборов;
- постоянный контроль состояния прибора;
- анализ полученных данных;
- формирование отчета об испытаниях;
- «ручное» управление прибором.

Тестовый набор представляет собой различные варианты проверок прибора. Варианты проверок зависят от отрабатываемого прибора. В автоматическом режиме проверяются:

- цифровые входы и выходы прибора,
- последовательность чередования, формируемых прибором, фаз двигателей,
- токи,
- температуры блоков прибора,
- адекватность приёма прибором команд управления,
- также проводятся проверки в соответствии с ГОСТ Р 52070–2003 для канала МКО.

Имитируются изменения аналоговых и сигнальных параметров, проводятся проверки потребляемой мощности, погрешности формирования управляющей частоты, изменения температуры, тока, преобразования угла поворота батареи солнечной.

Постоянный контроль состояния прибора и визуальное его отображение, позволяет зафиксировать кратковременные сбои, контролировать весь процесс отработки

прибора, экстренно реагировать на аномальные ситуации и неадекватное поведение прибора. Все данные о состоянии прибора, проводимых действиях с прибором и выполняемых тестах, записываются автоматически с специальные файлы.

При проведении испытаний всегда приходится сталкиваться с большим объёмом выходной информации, которую необходимо анализировать. Для человека подобный анализ связан с долгой, требующей большого внимания, работой, в процессе которой могут возникнуть ошибки. Процедура анализа полученных во время проверок данных позволяет выявить ошибки в функционировании БЭ УПБС, а также отобразить оператору подробную информацию о приборе. Оператору отображаются все данные о приборе не в кодах, которые передаются между системами космического аппарата, а в физических величинах удобных для восприятия.

Отчёт об испытаниях формируется автоматически после завершения всех необходимых проверок. В нём отображаются данные о приборе, который испытывался, условия, в которых проводились проверки, результаты испытаний с пометками о нормальном и ненормальном выполнении тестирования, графики погрешностей измерения, данные об испытателе, проводившем работы. Отчёт формируется в формате Excel.

«Ручное» управление прибором подразумевает выдачу оператором определенной команды, закладки определённого набора данных, подготавливаемых оператором вне тестового набора. Такой режим позволяет производить исследование работы прибора, выявлять неисправности, проводить специальные виды проверок, которые необходимы только в данный момент времени.

Во время испытаний изменение режимов имитации внешней среды проводится под управлением программного обеспечения: ПО сообщает оператору о проведении

необходимых операций. Такая организация работы была выбрана, так как рабочее место не позволяет производить все изменения в автоматическом режиме.

Таким образом, разработанное ПО полностью решает задачи автономных электрических испытаний БЭ УПБС и позволяет:

- автоматизировать процесс автономной отработки БЭ УПБС до 80%, оставляя оператору только выполнение и анализ специальных проверок, либо проверок, в которых необходимо переключение режимов на УСОК для имитации изменения условий внешней среды;

- сократить время, затрачиваемое на отработку конкретного прибора или его блока, с нескольких недель до нескольких дней;

- проверить работоспособность прибора при возникновении нештатных ситуаций путём их моделирования;

- использовать рабочее место автономной отработки БЭ УПБС на любом этапе испытаний РЭА, а также других видов электронных блоков систем наведения антенн, таких как блоки управления антенными рефлекторами, блоки управления системы наведения антенн, блоки управления системы ориентации солнечной батареи.

С помощью данного программного обеспечения проведена автономная проверка блоков электронных и блоков управления систем наведения антенн космических аппаратов «Глонасс — М», «Глонасс — К», «Amos — 5», «Telkom — 3», «KazSat — 3», «Луч — 5», «Экспресс — АМ5», «Экспресс — АМ6», «Libyd», «Ямал — 401» и других. В ходе испытаний была подтверждена правильность построения программного обеспечения, а также подхода, связанного с созданием автоматизированных процедур.

Литература:

1. ГОСТ 16962–71. Изделия электронной техники и электротехники. Механические и климатические воздействия. Требования и методы испытаний. — М.: Изд-во стандартов, 1971. — 105с.
2. ГОСТ Р 52070–2003. Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей. Общие требования. — М.: Изд-во стандартов, 2003. — 27с.
3. Лайза Криспин, Джанет Грэгори. Гибкое тестирование: практическое руководство для тестировщиков ПО и гибких команд (Signature Series). — М.: Вильямс, 2010. — 464 с.
4. Гленфорд Майерс, Том Баджетт, Кори Сандлер. Искусство тестирования программ. — 3 изд. — М.: Вильямс, 2015. — 272 с.
5. Кудряшова, Г. В. Общие вопросы автоматизации испытаний радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов // Инновационный арсенал молодежи. Труды Четвертой научно-технической конференции молодых ученых и специалистов ФГУП «КБ «Арсенал». — СПб.: Балтийский государственный технический университет «Военмех» (Санкт-Петербург), 2013. — с. 165–166.
6. Кудряшова, Г. В. Автономная отработка электронных блоков бортовой аппаратуры космических аппаратов // Навигационные спутниковые системы, их роль и значение в жизни современного человека. Тезисы докладов Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 40-летию запуска на орбиту навигационного КА «Космос-192» и 25-летию запуска первого КА «Глонасс» (10–14 октября 2007, г. Железногорск) гл. ред. Н. А. Тестоедов. — Красноярск: Сибирский гос. аэрокосмический ун-т им. акад. М. Ф. Решетнева, 2007. — с. 168–170.
7. Бъярне Страуструп. Программирование: принципы и практика с использованием C++. — 2 изд. — М.: Вильямс, 2015. — 1328 с.
8. Lisa Crispin, Tip House. Testing Extreme Programming. Addison-Wesley Professional, 2002. — 336 с.
9. Якобсон, А., Буч Г., Рамбо Дж. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения. — СПб.: Питер, 2002. — 496 с.
10. Кудряшова, Г. В. Тест БЭ УПБС. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010614025, заявл. 01.02.2010, зарег. 22.06.2010

Применение золоминеральных смесей в основаниях дорожной одежды при реконструкции ул. Ленина

Куйвашева Анастасия Владимировна, магистрант;
Степанец Виктор Георгиевич, кандидат технических наук, доцент
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

В статье обобщен материал по исследуемой теме — перспективы использования в дорожном строительстве золошлаковых отходов, образующихся при сжигании углей на ТЭЦ-4, ТЭЦ-5 в г. Омске. Даны оценка

экономической эффективности. Основное содержание исследования составляет анализ нормативных документов, регламентирующих применение золы и шлака в дорожном строительстве и позволяет выявить варианты использования золошлаковых отходов в качестве заменителей традиционных дорожно-строительных материалов.

Ключевые слова: золоминеральная смесь, золоотвал, золошлаки

На современном этапе научно-технической революции дальнейшее развитие промышленности связано с необходимостью тщательного учета экологической ситуации. Наша страна располагает значительными запасами сырья, тем не менее реализация вторичных материальных и энергетических ресурсов необходима, за счет этого стабилизируется и улучшается общая экологическая обстановка. Одними из самых распространенных видов твердых отходов являются металлургические и топливные шлаки. Проблема переработки промышленных отходов, с учетом ухудшения экологической обстановки в г. Омске является актуальной. В регионе накопилось огромное количество отходов в виде зол и шлаков, которые занимают большие площади сельскохозяйственных земель, ухудшающую экологическую обстановку и наносят вред омичам.

Особенностью сжигания экибастузских углей на ТЭЦ-4 и ТЭЦ-5 является большой объем твердых отходов в виде золошлаков до 37%. В зависимости от вида и свойств золошлаковых отходов их можно использовать в земляном полотне, при строительстве дорожных одежд, а так же при изготовление различных строительных материалов для промышленного и гражданского строительства.

Ежегодный объем сброса золы от Омской ТЭЦ-5 составляет около 1 050 тыс. м³, от Омской ТЭЦ-4 — около 540 тыс. м³. В настоящее время на золоотвалах Омских ТЭЦ скопилось более 20 млн. т. отходов. [1]

Для строительства автомобильных дорог требуется большое количество дорожно-строительных материалов. Так для строительства 1 км автомобильной дороги в зависимости от ее категории и местных условий требуется:

- для сооружения земляного полотна от 6 до 60 тыс. м³ грунта (золошлаков);
- для создания дренирующих и морозозащитных слоев от 1,6 до 6 тыс. м³ песка;
- для строительства дорожного основания от 0,8 до 5,4 тыс. м³ — щебня или грунта, укрепленного вяжущими материалами;
- для строительства дорожных покрытий от 1,1 до 4,7 тыс. т асфальтобетона.

Заменой грунтов, песков щебеночных материалов могут быть отходы промышленности.

К таким отходам относятся золы и шлаки — продукты от сжигания тепловых электростанциях (ТЭС).

Следует различать:

- золу уноса сухого улавливания, когда зола, поступающая с электрофильтров и из циклонов ТЭС в золосборники, направляется специальным пневмотранспортом в силосные склады либо непосредственно в транспортные средства потребителей;

- золошлаковую смесь гидроудаления, когда золошлаковые отходы в виде золопульпы удаляется в золоотвалы.

Химический и минерально-фазовый составы, строение и свойства золошлаковых материалов (ЗШМ) зависят от состава минеральной части топлива, его теплотворной способности, режима сжигания, способа их улавливания и удаления, места отбора из отвалов. При высоких температурах (1200–1600°C) сжигания топлива минеральные примеси претерпевают изменения; в них протекают сложные физико-химические процессы: выделяется химически связанная вода силикатов и алюмосиликатов; разлагаются карбонаты; идут реакции в твердой фазе; происходят плавление, кристаллизация, силикатообразование, стеклообразование и др. Поэтому золы и шлаки ТЭЦ имеют сложный химический и минералогический составы.

Омские ТЭЦ-4 и ТЭЦ-5 работают на Экибастузских углях. Золошлаковые отходы этих ТЭЦ относятся к кислым неактивным и не могут быть использованы в чистом виде в качестве самостоятельного вяжущего.

Химический состав отходов Омских ТЭЦ представлен в таблице 1.

В настоящее время ГОСТ 25818–91 и ГОСТ 25592–91 определили требования к химическому составу ЗШМ, применяемым для производства различных видов бетонов и строительных растворов. Нормируется содержание оксидов — CaO , MgO , SO_3 , Na_2O и K_2O :

- оксида кальция CaO — 10%, чтобы обеспечить равномерность изменения объема при твердении, свободного CaO — 5%;
- оксида магния MgO — не более 5%;
- верхний предел сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO_3 по требованиям сульфатостойкости

Таблица 1. Химический состав золошлаковых отходов ТЭЦ-4 и ТЭЦ-5 г. Омска

Золошлаковые отходы	Содержание оксидов, % по массе								
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	ПЛП
ТЭЦ-4	51,3	11,54	27,7	1,6	0,8	0,79	0,02	—	5,98
ТЭЦ-5	54,5	9,6	22,4	2,45	2,77	0,26	4,25	2,52	15,73

кости — 3–6% (в зависимости от вида исходного топлива);

— суммарное содержание щелочных оксидов Na_2O и K_2O — 1,5–3% (в зависимости от вида сжигаемого топлива) во избежание деформаций при их реакции с заполнителями.

В зависимости от вида топлива и условий его сжигания в ЗШМ могут содержаться несгоревшие органические ча-

стицы топлива. Потеря массы при прокаливании (п.п. п.) должна быть не выше 3–25% в зависимости от вида исходного топлива.

Важнейшими физическими свойствами ЗШМ являются зерновой состав, насыпная и истинная плотности, водонасыщение и способность к морозному пучению.

Зерновой состав зол сухого улавливания представлены в таблице 2.

Таблица 2. Зерновой состав некоторых зол сухого улавливания

Вид топлива	Содержание, %, зерен размером, мм						
	5–2	2–1	1–05	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–005	<0,05
Экибастузский бассейн ТЭЦ-4	-	-	-	0,5	95	340	560

Зерновой состав зол золошлаковых отходов представлены в таблице 3.

Таблица 3. Зерновой состав золошлаковых смесей золоудаления

Вид топлива	Расстояние от места слива, м	Содержание, %, зерен размером, мм									
		>20	20–10	10–5	5–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,05	<0,05
Экибастузский уголь ТЭЦ-4	-	3,2	13,8	17,4	16,0	5,2	7,2	9,8	13,0	11,0	3,4

Системы гидроудаления золы и шлака направляют в отвалы полидисперсные шлакозольные смеси. Вблизи места выпуска пульпы образуется шлаковая зона отвала, в которой преобладают частицы крупнее 0,25 мм, в отдалении — мельче 0,25 мм. От зернового, химического

и фазового составов золы зависит ее насыпная плотность, которая может составлять от 0,6 до 1,3 г/см³. Плотность золы колеблется от 1,75 до 3,5 г/см³, составляя в среднем 2,1–2,4 г/см³. Физические характеристики Экибастузских зол приведены в таблице 4.

Таблица 4. Физические свойства зол

Уголь	ТЭЦ,	Плотность, г/см ³	Насыпная плотность, г/см ³	Удельная поверхность, см ² /г	Водопотребность, %
Экибастузский	Омская ТЭЦ-4, ТЭЦ-5	2,21	0,92	2500	54

Заслуживает внимание применение золошлаковых отходов в золоминеральных смесях, которые применяются при строительстве оснований дорожных одежд взамен привозного щебня.

В 1993 г. на кафедре строительство и эксплуатация дорог СибАДИ, совместно с работниками Треста «Спецстрой» разработаны Технические условия ТУ 5716–001–52–1П-0117–08, в которых приведены требования к золоминеральным смесям [2].

Золоминеральные смеси представляют собой материал в состав которых входят щебень, песок, золошлаковые отходы ТЭЦ, известь и вода. Правильный подбор состава золоминеральной смеси позволяет получать ма-

териалы по своим свойствам превосходящие используемые для дорожного строительства щебень и песок.

В Омске силами ЗАО УМ-7 (генеральный директор Таршилов Л. М) построены основания из золоминеральной смеси на городских дорогах, на разворотной площадке троллейбусов, на левом берегу г. Омска, уширение дороги Омск — Тюмень и др.

В зависимости от интенсивности движения и категории дороги устраивали однослойные и двухслойные основания из золоминеральной смеси, толщиной от 18 до 34 см с последующим устройством трехслойного покрытия.

Технология строительства золоминеральных оснований следующая: Золоминеральная смесь приготов-

ливаются на базе (АБЗ или ЦБЗ) в грунтосмесительной установке (типа ДС-50А, ДС-109) производительностью 120 м³/час, готовая смесь вывозится на дорогу автосамосвалами, укладывается универсальным укладчиком на всю ширину дороги и уплотняется самоходными пневмокатками за 12–16 проходов по одному следу, коэффициент уплотнения должен составлять не менее 0,98. Уход за готовым основанием из золоминеральной смеси разли-

ваем битумной эмульсией в количестве 0,4 л/м² автогидранатором. По готовому слою из золоминеральной смеси рекомендуется укладывать асфальтобетонное покрытие. В случае если такое покрытие не укладывается, по основанию не допускается движение транспорта в течение 5–7 дней за этот период. Прочность золоминеральной смеси достигнет 70% от марочной прочности.

Проектная конструкции дорог представлены на рис. 1



Рис. 1. Проектная конструкция дорожных одежд

Рекомендуемая конструкция дорожной одежды с ЗМС на рис. 2.

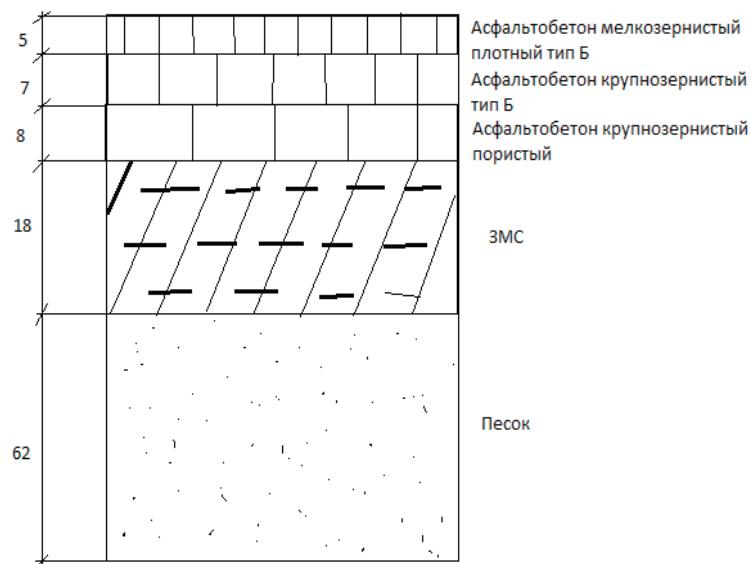


Рис. 2. Рекомендуемая конструкция дорожных одежд

Обследование построенных участков показало, что основания дорожных одежд с применением золоминеральных смесей более прочные и долговечные по сравнению с щебеночными основаниями.

Нами при реконструкции ул. Ленина и благоустройстве площадей у Драмтеатра в г. Омске предложено использовать золоминеральные смеси взамен щебня при строительстве тротуаров и при уширении проезжих частей дорог.

Проектная конструкция пешеходных дорожек и тротуаров представлена на рисунке 3.

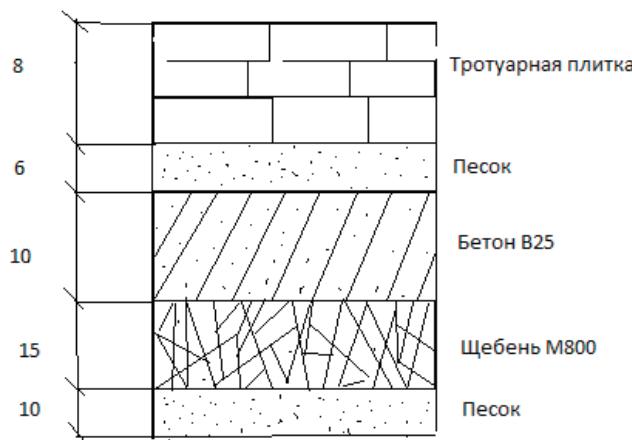


Рис. 3. Проектная конструкция пешеходных дорожек и тротуаров

Рекомендуемая конструкция пешеходных дорожек и тротуаров представлена на рисунке 4.

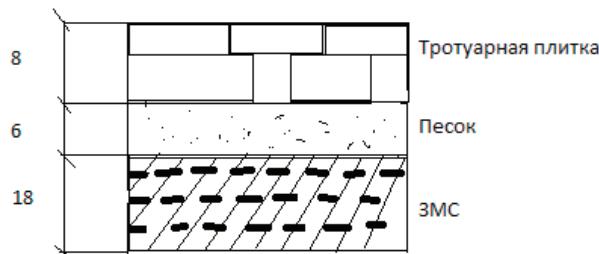


Рис. 4. Рекомендуемая конструкция пешеходных дорожек и тротуаров

Замена щебня на рассматриваемых объектах г. Омска позволит получить экономично щебня до 630 м³ за счет применения золошлаковых отходов ТЭЦ, а так же сократить транспортные расходы и использовать отходы промышленности, тем самым улучшая экологическую обстановку в городе Омске.

Опыт строительства и эксплуатации оснований из ЗМС показывает следующее:

1. Необходимо тщательно подбирать состав смеси и следить за качеством составляющих, входящих в ее состав, с соблюдением всех требований ТУ.
2. Приготавливать ЗМС лучше всего в смесительных установках с принудительным перемешиванием.
3. Приготовленные в установке золоминеральные смеси можно заготавливать впрок и хранить в штабелях

в течение срока до 7 суток, а затем вывозить на дорогу и укладывать в основание.

4. Недопустимо пересыхание смеси в период укладки основания и укладки по нему вышележащих слоев покрытия.

5. Нельзя оставлять основание из ЗМС без покрытия, т.к. это приводит к его истиранию, пылению и разрушению основания.

6. Асфальтобетонное покрытие рекомендуется устраивать сразу же после устройства основания из ЗМС.

7. Основание из ЗМС продолжает набирать прочность и после 90 суточного возраста в течение нескольких лет (6 лет и более).

8. Для слоев из ЗМС переувлажненные основания насыпи не являются опасными, наоборот, материал более интенсивно набирает прочность.

Литература:

1. Акционерное общество «Территориальная генерирующая компания № 11».
2. В. Г. Степанец, Л. М. Таршилов, Л. А. Семенова «Смеси золоминеральные для дорожного строительства. Технические условия. ТУ 5716-001-52-1П-0117-93» Омский центр стандартизации и метрологии г. Омск.

Оценка густоты дорожной сети

Лапин Роман Павлович, студент

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Наличие четко развитой инфраструктуры является очень важным фактором в жизни любого современного государства. Автомобильные дороги являются важной составляющей инфраструктуры. Развитие дорог в стране прямо пропорционально развитию её экономики [1,7; 2,12; 3,92; 4,73].

Густота дорожной сети — это показатель, характеризующий транспортную обеспеченность населения регионов и страны. Густоту сети считают:

1. на 1000км² площади

$$d_s = \frac{1000 * L_s}{S}, \text{ где } L_s — \text{протяженность эксплуатационной линии; } S — \text{площадь территории.}$$

2. или на 10000 человек населения

$$d_H = \frac{10000 * L_s}{H}, \text{ где } H — \text{число населения.}$$

Также, существует такой показатель, как единый показатель густоты сети, который дает обобщенную характеристику транспортной обеспеченности территории, с учетом площади и численности населения. Рассчитывается по формуле:

$$d_s = \frac{L_s}{\sqrt{SH}}$$

Анализ ситуации в России

До настоящего времени не завершено формирование опорной сети федеральных автомобильных дорог, связывающей все регионы России. Нормативным требованиям соответствует лишь около 38% автомобильных дорог федерального значения. Сохраняется низкий уровень развития дорожной сети в аграрных районах, а также

в районах Крайнего Севера, Республике Саха (Якутия), Магаданской области, Чукотском автономном округе и др. Из-за отсутствия дорог с твердым покрытием более 10 процентов населения (15 млн. человек) в весенний и осенний периоды остаются отрезанными от транспортных коммуникаций [5,137;6,111;7,93;8,53]. Не завершено формирование опорной сети дорог в районах Севера, Сибири и Дальнего Востока. Федеральные автомобильные дороги исчерпали свою пропускную способность. С превышением нормативной загрузки эксплуатируется 13 тыс. км дорог, особенно на подходах к крупнейшим городам, что составляет почти 29 процентов протяженности сети. Местная дорожная сеть развита недостаточно, поэтому значительная часть локальных перевозок производится по федеральным дорогам. Ускорение автомобилизации страны пока не привело к соответствующему росту объемов строительства и реконструкции дорожной сети, а ремонт автомобильных дорог в последние годы даже несколько сократился. При увеличении за последние 10 лет протяженности автомобильных дорог общего пользования на 15 процентов автомобильный парк вырос почти на 75 процентов [9,103].

На следующих таблицах и диаграммах видна ситуация, сложившаяся в России и в других странах мира. Сравнив объемы дорожной сети России с другими странами, кажется, что отставание России очевидно.

Но стоит помнить, что необходимо учитывать множество других факторов:

1. **Обширная территория России:** Россия занимает первое место по площади, занимаемой на поверхности Земли. Естественно это многократно усложняет развитие дорожной сети, увеличивает его суммарную стоимость. Так, например, «растянув» дорожную сеть успешной в дорожном деле Германии, мы получим ситуацию хуже, нежели сейчас в России. Также, при сравнении длин до-

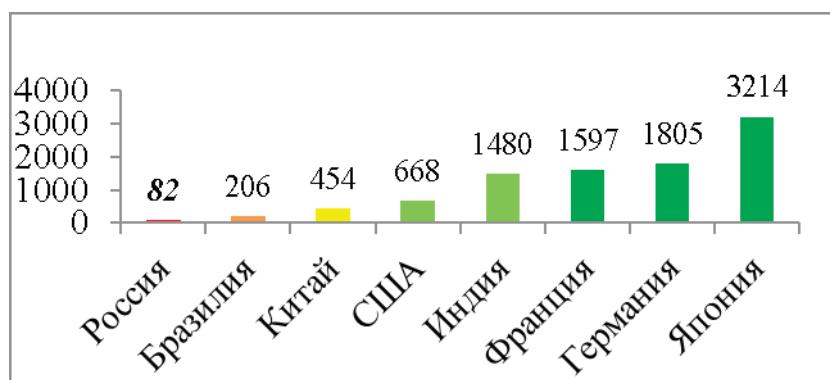


Рис. 1. Густота дорожной сети России и некоторых стран на 1000 км²

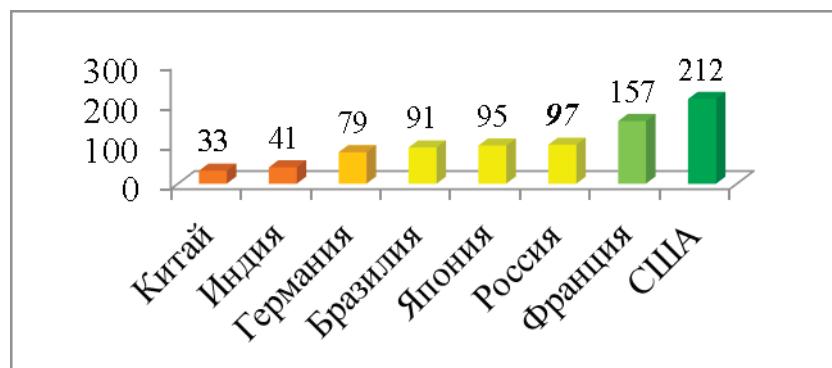


Рис. 2. Густота дорожной сети России и некоторых стран на 10000 человек

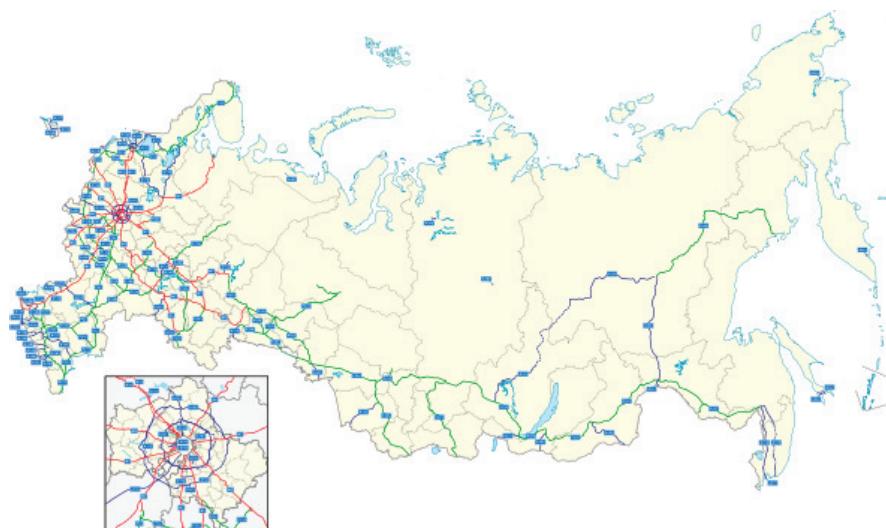
рожных сетей в разных странах, стоит учитывать тот факт, что там ведется учет только дорог федерального значения. Для России же дороги федеральные составляют лишь около 20% от общей дорожной сети [10,19;11].

2. Климат: Территория России проходит через 4 климатических пояса: — Арктический пояс; — Субарктический пояс; — Умеренный пояс; — Субтропический пояс. При этом умеренный пояс подразделяется на: — Область континентального климата; — Область умеренно континентального климата; — Область резко континентального климата; — Область муссонного климата; — Область морского климата.

Это означает, что строительство дорог в каждой из этих климатических зон требует использования опре-

деленных технологий, соблюдения особых для каждой зоны условий. Помимо этого, разница между среднегодовой летней и зимней температурами в России составляет 36 ° по Цельсию. Этот фактор значительно снижает срок возможной эксплуатации дороги [12,129; 13,97;14,145;15,44;16,69].

3. Неравномерное распределение населения по территории страны: Исторически в России сложилось так, что приблизительно 80% населения всей страны живут лишь на 25% площади России. Остальные 75% страны развиты относительно бедно, в том числе и транспортная инфраструктура в этих местах. Это усложняет строительство дорог с твердым покрытием на территории Сибири и Дальнего Востока [17,34; 18,1683;19,210;20,110;21].



Способы развития дорожной сети в других странах

США — мировой лидер по протяженности дорог. В этой стране дороги занимают около 25% от площади агломерации, в то время как в Москве дороги занимают лишь 7%.

Транспортная политика страны регулируется с помощью специальных программ развития транспортной системы. В настоящее время в США реализуются три основные программы в области развития транспортной системы: 1. Программа экономического развития; 2. Про-

грамма в социальной сфере и охрана окружающей среды; 3. Программа мобильности.

1. Программа экономического развития: У этой программы есть 5 стратегических направлений:

- Привлечение инвестиций в строительство и эксплуатацию транспортных систем.
- Повышение эффективности существующей транспортной системы.
- Поддержка нормативных правил, документов и стандартных положений.

— Совершенствование транспортной системы с использованием современных методов анализа.

— Ускоренное внедрение инновационных технологий.

2. Программа в социальной сфере и охрана окружающей среды: Эта программа ставит перед собой шесть следующих стратегических задач:

— Пропаганда развития транспортных средств

— Разработка нормативных документов, определяющих роль дороги в социальной сфере.

— Развитие альтернативных транспортных средств.

— Активные исследования влияния транспорта на окружающую среду.

— Уменьшение отрицательного воздействия транспорта на окружающую среду.

— Совершенствование источников информации, показывающих взаимоотношения транспорта с окружающей средой.

3. Программа мобильности: Целью этой программы является предоставление удобств обслуживания транспортом людей, товаров и регионов.

Япония — в этой стране ранее важную роль играло развитие железнодорожного транспорта, однако смена приоритетов в экономической политике привела к активному развитию автодорожных сетей Японии.

В апреле 1956 года в Японии была создана Японская дорожная корпорация, цель которой было обеспечение страны сетью дорог с твердым покрытием. В 1966 году был утвержден план строительства сети скоростных дорог протяженностью 7600 км. В 1987 году протяженность была увеличена до 14000 км.

Ныне Японская дорожная корпорация была разделена на 3 компании, контролирующие дорожные сети в Центральной, Восточной и Западной Японии.

Германия — дороги Германии не зря признаны эталонными. В Германии автомобильный транспорт занимает лидирующую позицию по объемам перевозок.

Дороги Германии входят в Европейскую транспортную стратегию. Европейская транспортная стратегия — это грандиозный проект, объединяющий дороги 28 стран Ев-

росоюза. Выделяется девять транспортных коридоров, каждый из которых будет соединять по три государства. Стоимость проекта оценивается в 250 млрд. евро.

На период до 2030 года разработаны три варианта возможного дальнейшего развития транспортной сети [1,7].

— Инерционный. Этот вариант подразумевает воплощение крупных транспортных проектов, обеспечивающих создание месторождений полезных ископаемых в новых регионах.

— Энергосырьевой. Этот путь — пусть ускоренного развития транспорта для обеспечения освоения новых месторождений и наращивания топливно-сырьевого экспорта.

— Инновационный. Развитие согласно этому варианту предполагает ускоренное и сбалансированное развитие транспортной системы страны, обеспечивающее благоприятные условия для развития экономики страны, повышения качества жизни населения.

Сравнивая способы, используемые в других странах, и предложенные в России, можно заметить, что даже роль дорог в России несколько отличается от роли дорог в других странах. В России, одна из главных функций дорог — осуществлять связь между месторождениями ископаемых и местными экономическими центрами.

Выходы

Россия — единственная страна, через которую проходят 8 климатических зон (для сравнения в США — лишь 5). В России разница между среднегодовой летней и зимней температурой составляет 36° по Цельсию. Население России тоже распределено очень неравномерно. В Сибири, площадь которой составляет $\frac{3}{4}$ площади России, проживает лишь 20% населения страны. В силу этих факторов, оценка густоты дорожной сети России с относительно других стран мира необъективна, ведь развитие дорожной сети в России требует применения других способов, нежели, например, на Западе, и соблюдения особых технологий при строительстве.

Литература:

1. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года. — Москва, 2008. — 183с.
2. Лазарев, Ю. Г. Транспортная инфраструктура (Автомобильные дороги). Монография — LAP LAMBERT, Германия: 2015. 173 с.
3. Лазарев, Ю. Г., Синицына Е. Б. Основы совершенствования транспортной инфраструктуры /Ю. Г. Лазарев, Е. Б. Синицына// Технико-технологические проблемы сервиса — СПб: 2013. № 2 (24), С.92–93.
4. Лазарев Ю. Г., Синицына Е. Б. Современное состояние проблемы совершенствования транспортной инфраструктуры / Ю. Г. Лазарев, Е. Б. Синицына //Технико — технологические проблемы сервиса.— СПб.: 2013. № 4 (26), с. 71–74.
5. Лазарев, Ю. Г., Новик А. Н., и др., Изыскания и проектирование транспортных сооружений: Учебное пособие /Ю. Г. Лазарев, А. Н. Новик, А. А. Шибко, В. Г. Терентьев, С. А. Сидоров, С. А. Уколов, В. А. Трапалин / СПб.: ВАТТ, 2008. 392 с.
6. Ермошин, Н. А. Эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие военно-автомобильных дорог: Учебник / Н. А. Ермошин, Ю. Г. Лазарев, С. В. Алексеев, В. Г. Лунев, Б. Г. Ашуркин, А. Н. Новик, В. А. Трапалин, Д. Л. Симонов, В. Т. Колесников/ СПб: ВАТТ, 2015. 312 с.

7. Лазарев, Ю.Г., Строительство автомобильных дорог и аэродромов: Учебное пособие. / Ю.Г. Лазарев, А.Н. Новик, А.А. Шибко, С.В. Алексеев, Н.В. Ворончинин, А.Т. Змеев, С.А. Уколов, В.А. Трепалин, С.В. Дахин, В.Т. Колесников, Д.Л. Симонов // СПб.: ВАТТ. 2013. 528 с
8. Лазарев, Ю.Г., Собко Г.И. Реконструкция автомобильных дорог: Учебное пособие. СПб. 2013. 93 с.
9. Лазарев, Ю.Г., Громов В.А. Современные требования к обеспечению потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог // В сборнике: Инновационные технологии в мостостроении и дорожной инфраструктуре. Материалы межвузовской научно-практической конференции. 2014. с. 102–109.
10. Бурнасов, А.С. Транспортные стратегии Штутгарта и Вашингтона: опыт для развития Екатеринбургской городской агломерации/ Бурнасов А.С.// Научный диалог.—2013.— V., 1. 7 (19).— с.18–25
11. Тваровская, А.И. Зарубежный опыт использования транспортных систем в качестве фактора регионального развития. / Стратегия устойчивого развития регионов России.— 2012.
12. Климат России: монография / Под ред. д-ра геогр. наук, проф. Н.В. Кобышевой.— СПб.: Гидрометеоиздат, 2001.— 656 с.
13. Ватин, Н.И., Производство работ. Определение продолжительности строительства воднотранспортных сооружений/ Н.И. Ватин, Г.Я. Булатов, Т.Ф. Морозова, А.В. Улыбин// Учебное пособие: СПб, СПбПУ, 2013. 116 с.
14. Лазарев, Ю.Г., Обоснование деформационных характеристик укрепленных материалов дорожной одежды на участках построечных дорог. / Ю.Г. Лазарев, П.А. Петухов, Е.Н. Зарецкая/ Вестник гражданских инженеров. 2015. № 4 (51). с. 140–146.
15. Лазарев, Ю.Г. Формирование потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог / Ю.Г. Лазарев, Д.Л. Симонов, А.Н. Новик/ Технико — технологические проблемы сервиса. СПб.: 2016. № 1 (35). с. 43–47.
16. Рустенбек, С.Д. Формирование базы данных для тестирования дорожных одежд/ С.Д. Рустенбек, Д.Ю. Кириллова, Ю.Г. Лазарев// Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2–2. с. 68–72.
17. Ватин, Н.И., Моделирование набора прочности бетона в программе ELCUT при прогреве монолитных конструкций проводом/ Н.И. Ватин, М.О. Дудин, Ю.Г. Барабанщиков// Инженерно-строительный журнал. 2015. № 2 (54). С. 33–96.
18. Lazarev Yu.G., Research of processes of improving soil properties based on complex ash cement binder / Yu.G. Lazarev, G. Sobko, M. Chakir // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vols. 584–586. Pp. 1681–1686.
19. Lazarev Yu.G., Effectiveness of Soil Reinforcement Based on Complex Ash-Cement Bonder Applied Mechanics and Materials / Yu.G. Lazarev, M. F. Chakir, E. N. Syhareva, Y. A. Ibraeva // Applied Mechanics and Materials. 2015. Vols. 725–726. Pp. 208–213.
20. Лазарев, Ю.Г., Громов В.А., Анализ условий создания предприятий и организаций производственной базы дорожного строительства. Вестник гражданских инженеров. 2014. № 1 (30). с. 109–111.
21. Золотарь, И.А., Собко Г.И., Лазарев Ю.Г., Прибор для определения коэффициента влагопроводности талых связных грунтов нарушенной структуры нестационарным методом.— Патент на полезную модель RUS 662721.04.1997.

Роевой интеллект для управления БПЛА в FANET

Леонов Алексей Викторович, соискатель;
 Чаплышин Владислав Андреевич, студент
 Омский государственный технический университет

В статье представлено краткое описание мультиагентной системы управления. Рассмотрена возможность применения роевых алгоритмов для моделирования коллективного интеллекта в системах управления в FANET.

Ключевые слова: роевой интеллект, БПЛА, FANET, мультиагентная система управления, коллективный интеллект

На протяжении последнего десятилетия в России большую актуальность приобретают так называемые летающие сети, представляющие особый вид одноранговой самоорганизующейся сети на основе беспилотных

летательных аппаратов (БПЛА) [1]. БПЛА призваны решать широкий спектр задач гражданского применения. Возможность использования БПЛА в качестве основы создания сетевой инфраструктуры рассматривается как

привлекательный подход для эффективного увеличения коммуникационных возможностей сетей. Основными преимуществами использования БПЛА являются универсальность, гибкость, относительно небольшие эксплуатационные расходы и исключение человеческого фактора при выполнении поставленной задачи [2]. Анализ задач, выполняемых с помощью систем, состоящих из оди-

ночных БПЛА, позволяет сделать вывод о том, что применение систем мульти-БПЛА является наиболее эффективным подходом [3].

В научной литературе, встречается несколько определений самоорганизующихся сетей мульти-БПЛА с разными названиями, по-своему объясняющими новую сетьевую модель (см. таблица 1) [4].

Таблица 1. Названия моделей высокомобильных сетей БПЛА

Название сети	Источник
Airborne Networks (Airborne Telemetry Networks, Airborne Communication Networks, Airborne Backbone Networks, etc.)	[5]
Unmanned Aeronautical Ad-hoc Networks (UAANETs)	[6]
UAV Ad Hoc Networks	[7]
Networks of UAVs	[8]
Distributed Aerial Sensor Networks	[9]
Flying Ad Hoc Networks (FANET)	[10]

Несмотря на то, что используемые названия имеют незначительные различия в определениях, очевидно, что данная модель представляет собой особую форму VANET (Vehicular Ad Hoc Network). Поэтому целесообразно использовать название FANET для новой сетевой модели.

Новое поколение легких и малых БПЛА позволяет разрабатывать воздушные робототехнические системы широкого спектра применения. На рис. 1 представлено схематическое изображение проекта ANCHORS (UAV — Assisted Ad Hoc Networks for Crisis Management and Hostile Environment Sensing) по применению технологии одноранговых сетей БПЛА для управления в аварийных ситуациях и дистанционного сканирования зоны заражения. Целью проекта является организация автономной сети состоящей из различных беспилотных систем, которые могут быть использованы в качестве не-

зависимой коммуникационной инфраструктуры для аварийных служб при возникновении чрезвычайной ситуации [11].

Применение малоразмерных БПЛА накладывает следующие ограничения [12]:

- габариты: малые размеры аппарата ограничивают набор доступных бортовых сенсорных устройств;
- энергозатраты: ограниченный энергоресурс приводит к уменьшению радиуса работы активных средств сбора данных, таких как лазерные дальномеры, ультразвуковые датчики и т.п.;
- радиус действия: одиничный малоразмерный БПЛА может самостоятельно собрать информацию на относительно небольшом расстоянии;
- препятствия для полета: по-прежнему актуальным остается поиск и своевременное обнаружение препят-

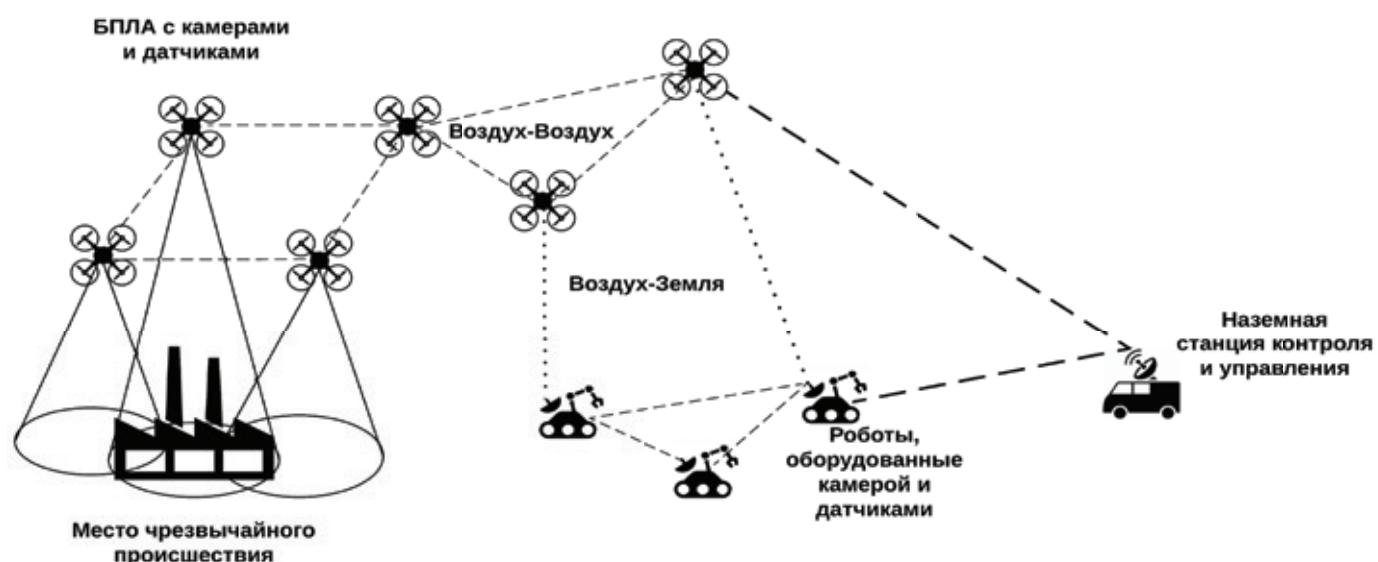


Рис. 1. Схема проекта ANCHORS

ствий, в качестве которых могут выступать здания, деревья, линии электропередач и т.д.;

— устойчивость полета: малые БПЛА в большей степени подвержены неустойчивым потокам естественной турбулентности атмосферы, особенно в условиях плотной городской застройки.

Большое внимание среди исследователей и ученых уделяется поиску решения задачи управления и распределенного взаимодействия в сетях с динамически изменяющейся топологией, таких как FANET.

Характерной особенностью мультиагентных технологий является их способность к коллективному поведению, с целью решения общей задачи.

Коллективом называют группу агентов, например, БПЛА, решаяющих одну общую целевую задачу и взаимодействующих между собой для решения этой задачи. При этом коллективное взаимодействие охватывает большое число агентов системы и проявляется в их согласованных действиях.

Метод коллективного управления заключается в том, что каждый БПЛА самостоятельно управляет процессом своего функционирования, т.е. определяет свои действия, а также согласовывает эти действия с другими агентами группы для наиболее эффективного, т.е. с минимальными затратами и максимальной выгодой для группы, решения целевой задачи [13].

Основными принципами коллективного управления являются [14]:

- каждый член коллектива группы самостоятельно формирует свое управление (определяет свои действия) в текущей ситуации;

- выбор действий каждым членом коллектива осуществляется только на основе информации о коллективной цели, стоящей перед группой, ситуации в среде в предыдущий отрезок времени и в текущий момент, своего текущего состояния и текущих действий других членов коллектива;

- в качестве оптимального действия каждого члена коллектива в текущей ситуации понимается такое, которое вносит максимально возможное приращение целевого функционала при переходе системы «коллектив-среда» из текущего состояния в конечное;

- оптимальное управление реализуется членами коллектива в течение ближайшего отрезка времени в будущем, а затем определяется новое действие;

- допускается принятие компромиссных решений, удовлетворяющих всех членов коллектива, то есть каждый член коллектива может отказаться от действий, приносящих ему максимальную выгоду, если эти действия приносят малую выгоду или даже ущерб коллективу в целом.

Метод коллективного управления является эффективным при использовании в распределенных мульти-

агентных системах. К основным преимуществам относится низкая вычислительная сложность алгоритмов, что позволяет за короткие промежутки времени принимать оптимальные или близкие к ним решения в условиях динамически изменяющейся ситуации.

В качестве перспективного решения рассматриваются методы роевого интеллекта (*Swarm intelligence*), базирующиеся на моделировании коллективного интеллекта [15]. Роевой интеллект описывает коллективное поведение децентрализованной самоорганизующейся системы, природного или искусственного происхождения. Наиболее известными роевыми алгоритмами являются [16]:

- алгоритм муравьиной колонии;
- пчелиный алгоритм;
- алгоритм роя частиц.

Общая схема работы роевых алгоритмов основана на выполнении следующих этапов [17]:

1. В области поиска создаётся некоторое число начальных приближений к искомому решению задачи — инициализируется популяция агентов.

2. С помощью набора миграционных операторов (специфической тактики для каждого из роевых алгоритмов) агенты перемещаются в области поиска таким образом, чтобы в конечном счёте приблизиться к искомому экстремуму целевой функции.

3. Выполняется проверка условия окончания итераций. Если это условие выполнено, то вычисления завершаются. При этом в качестве приближенного решения принимается лучшее из найденных положений агентов. Если условие не выполнено — выполняется возврат к этапу 2.

Колония представляет собой систему с очень простыми правилами автономного поведения особей. Однако, несмотря на примитивность поведения каждого отдельного агента, поведение всей колонии оказывается достаточно разумным. Таким образом, основой поведения колонии служит низкоуровневое взаимодействие, благодаря которому колония в целом представляет собой разумную многоагентную систему [18].

Подводя итог, можно отметить, что использование систем мульти-БПЛА, прежде всего на основе малоразмерных моделей, способных принимать решения самостоятельно без вмешательства человека, является перспективным направлением дальнейших исследований. В статье рассмотрены основные проблемы, стоящие на пути развития и создания таких систем. Основной акцент сделан на вопросы касающиеся управления и обеспечения связи в группе. Применение мультиагентной адаптивной системы для управления группой БПЛА позволяет снизить стоимость разработки и дальнейшей эксплуатации системы мульти-БПЛА. Для организации взаимодействия внутри группы БПЛА предложено использовать роевые алгоритмы.

Литература:

1. Трубников, Г. В. Применение беспилотных летательных аппаратов в гражданских целях [Электронный ресурс]. URL: http://www.uav.ru/articles/civil_uav_th.pdf (дата обращения 15.03.16)

2. Амелин, К. С. Адаптивное управление автономной группой беспилотных летательных аппаратов / Амелин К. С., Антал Е. И., Васильев В. И., Граничина Н. О. // Издательство Санкт-Петербургского государственного университета. — 2009. Т. 5, № 1–1. с. 157–166.
3. Bekmezci, İ., Sahingoz O.K., Temel Ş. Flying Ad-Hoc Networks (FANETs): A survey // Ad Hoc Netw. 2013. Vol. 11, № 3. P. 1254–1270.
4. Sahingoz, O.K. Mobile networking with UAVs: opportunities and challenges // Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), 2013 International Conference on. IEEE, 2013. P. 933–941.
5. Cheng, B.— N., Moore S. A comparison of MANET routing protocols on airborne tactical networks // Military communications conference, 2012-MILCOM 2012. IEEE, 2012. P. 1–6.
6. R. Shirani et al. Combined Reactive-Geographic routing for Unmanned Aeronautical Ad-hoc Networks. 2012. P. 820–826.
7. Cai, Y. et al. Medium Access Control for Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Ad-Hoc Networks With Full-Duplex Radios and Multipacket Reception Capability // IEEE Trans. Veh. Technol. 2013. Vol. 62, № 1. P. 390–394.
8. Bök, P.— B., Tüchelmann Y. Context-aware qos control for wireless mesh networks of uavs // Computer Communications and Networks (ICCCN), 2011 Proceedings of 20th International Conference on. IEEE, 2011. P. 1–6.
9. Rohde, S. et al. Link quality dependent mobility strategies for distributed aerial sensor networks // GLOBECOM Workshops (GC Wkshps), 2010 IEEE. IEEE, 2010. P. 1783–1787.
10. Sahingoz, O.K. Networking Models in Flying Ad-Hoc Networks (FANETs): Concepts and Challenges // J. Intell. Robot. Syst. 2014. Vol. 74, № 1–2. P. 513–527.
11. ANCHORS project [Электронный ресурс]. URL: <http://anchors-project.org/index.php/en/home/14-das-projekt-im-ueberblick/7-project-overview.html> (дата обращения: 02.04.2016).
12. Иванов, Д. Я. Методы роевого интеллекта для управления группами малоразмерных беспилотных летательных аппаратов // Известия ЮФУ. Технические науки. — 2011. Т. 3, № 116. с. 221–229.
13. Амелина, Н. О. Мультиагентные технологии, адаптация, самоорганизация, достижение консенсуса // Стохастическая оптимизация в информатике. — 2011. Т. 7, № 1–1. с. 149–185.
14. Каляев, И. А., Мельник Э. В. Децентрализованные системы компьютерного управления. — Ростов на Дону: ЮНЦ РАН. 2011. 196 с.
15. Engelbrecht, A. P. Fundamentals of Computational Swarm Intelligence. John Wiley & Sons, Chichester, UK, 2005.
16. Blum, C., Roli A. Metaheuristics in combinatorial optimization: Overview and conceptual comparison // ACM Comput. Surv. CSUR. 2003. Т. 35, № 3. с. 268–308.
17. Мохов, В. А., Бородулина Е. Н. К вопросу о параметрической оптимизации роевых алгоритмов // Известия Южного Федерального Университета Технические Науки. — 2014. Т. 4, № 153. с. 230–234.
18. Курейчик, В. М., Кажаров А. А. О некоторых модификациях муравьиного алгоритма // Известия ЮФУ. Технические науки. — 2008. № 4 (81). с. 7–12.

Вычисление дисперсии оценки временного положения радиосигнала на выходе колебательного контура

Лишак Михаил Юрьевич, кандидат технических наук, доцент;
 Рэнцэнмягмар Буянхишиг, аспирант
 Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Получены аналитические выражения, позволяющие определить асимптотическую дисперсию оптимальной оценки временного положения (задержки) импульсного радиосигнала в виде отклика одиночного колебательного контура на прямоугольный радиоимпульс. Показано, что использование уточненной формулы, определяющей дисперсию оценки при не очень большом отношении сигнал-шум, в случае рассматриваемого сигнала невозможно.

Ключевые слова: измерение задержки сигнала, оптимальный прием, согласованный фильтр, дисперсия ошибки, нормальный белый шум

При анализе характеристик устройств приема и обработки радиосигналов в качестве теоретической модели сигнала часто используется колебание в виде отклика одиночного колебательного контура на радиоимпульс с пря-

моугольной огибающей, действующий на резонансной частоте контура. Для измерения временного положения такого сигнала, имеющего случайную начальную фазу и принимаемого на фоне нормального белого шума, применяются оптимальные устройства обработки на основе согласованного фильтра [1]. При этом временное положение сигнала определяется относительно некоторого начального момента времени, т.е. измеряемым параметром является задержка t_3 . При действии шума точность измерения задержки сигнала характеризуется дисперсией. Теоретическая (минимально достижимая) дисперсия ошибки измерения задержки определяется выражением [1, стр.190, (3.3.38)]

$$\sigma_{t_3}^2 = \frac{1}{\Delta\omega_{\text{ск}}^2 \rho^2}, \quad (1)$$

где $\Delta\omega_{\text{ск}}$ — среднеквадратическая ширина спектра сигнала, ρ — максимальное отношение сигнал-шум на выходе согласованного фильтра, равное

$$\rho = \sqrt{\frac{2E_c}{G_0}}.$$

Здесь E_c — энергия сигнала, G_0 — спектральная плотность шума.

Поскольку радиоимпульс является узкополосным сигналом, то среднеквадратическая ширина его спектра определяется относительно центральной частоты. Следовательно, для рассматриваемого сигнала она равна ширине спектра колебания на выходе низкочастотного эквивалента колебательного контура при воздействии на него прямоугольного видеоимпульса. Среднеквадратическая ширина такого колебания выражается через значение второй производной его нормированной автокорреляционной функции (АКФ) в нуле:

$$\Delta\omega_{\text{ск}} = \sqrt{-K''_{\text{норм}}(\tau)} \Big|_{\tau=0}. \quad (2)$$

Известно [2], что низкочастотным эквивалентом одиночного колебательного контура является инерционное звено (интегрирующая RC -цепь). Импульсная характеристика интегрирующей цепи с постоянной времени T определяется выражением [2]

$$g(t) = \frac{1}{T} e^{-\frac{t}{T}} \cdot h(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0 \\ \frac{1}{T} e^{-\frac{t}{T}} & \text{при } t \geq 0, \end{cases} \quad (3)$$

где $h(t)$ — функция Хевисайда (функция единичного скачка).

Вычислим АКФ сигнала $s(t)$ на выходе низкочастотного эквивалента

$$K(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)s(t+\tau)dt. \quad (4)$$

Отклик интегрирующей цепи равен свертке прямогоугольного импульса и импульсной характеристики цепи $g(t)$:

$$s(t) = s_0(t) * g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} g(x)s_0(t-x)dx, \quad (5)$$

где $s_0(t)$ — сигнал в виде прямогоугольного импульса длительности τ_u . Амплитуду импульса будем считать равной 1.

График сигнала $s(t)$ при $\tau_u = 4 \text{ мкс}$, $t_3 = 2 \text{ мкс}$ и $T = 0,4 \text{ мкс}$ показан на рис. 1.

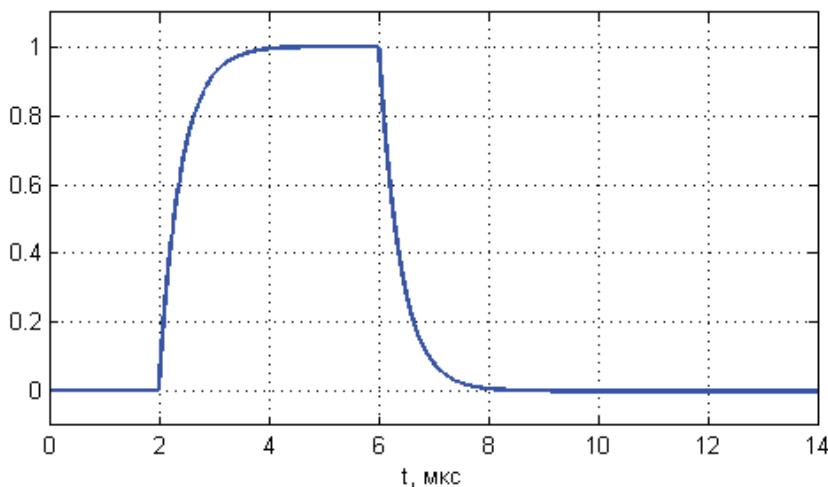


Рис. 1. Импульс на выходе интегрирующей цепи

Подставляя (5) в (4), получим

$$\begin{aligned} K(\tau) &= \int_{-\infty}^{\infty} \left[\int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) s_0(t-x_1) dx_1 \right] \left[\int_{-\infty}^{\infty} g(x_2) s_0(t+\tau-x_2) dx_2 \right] dt = \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) g(x_2) \left[\int_{-\infty}^{\infty} s_0(t-x_1) s_0(t+\tau-x_2) dt \right] dx_1 dx_2. \end{aligned}$$

Выражение в квадратных скобках связано с АКФ прямоугольного импульса $K_0(\tau)$ следующим соотношением:

$$\int_{-\infty}^{\infty} s_0(t-x_1) s_0(t+\tau-x_2) dt = K_0((t+\tau-x_2)-(t-x_1)) = K_0(\tau-x_2+x_1).$$

Вторая производная АКФ сигнала $s(t)$ равна

$$\frac{d^2 K(\tau)}{d\tau^2} = K''(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) g(x_2) K_0''(\tau-x_2+x_1) dx_1 dx_2.$$

Следовательно, ее значение в нуле определяется выражением

$$K''(0) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) g(x_2) K_0''(x_1-x_2) dx_1 dx_2.$$

АКФ прямоугольного импульса равна

$$K_0(\tau) = \begin{cases} 0 & \text{при } \tau < -\tau_u \\ \tau + \tau_u & \text{при } \tau \in [-\tau_u, 0] \\ -\tau + \tau_u & \text{при } \tau \in [0, \tau_u] \\ 0 & \text{при } \tau > \tau_u. \end{cases}$$

Ее график имеет вид треугольника с основанием от $-\tau_u$ до τ_u и высотой τ_u . Поэтому вторая производная $K_0(\tau)$ равна

$$K_0''(\tau) = \delta(\tau + \tau_u) - 2\delta(\tau) + \delta(\tau - \tau_u), \quad (6)$$

где $\delta(\tau)$ — δ -функция.

Подставляя (6) в выражение для $K''(0)$, получим

$$\begin{aligned} K''(0) &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) g(x_2) [\delta(x_1 - x_2 + \tau_u) - 2\delta(x_1 - x_2) + \delta(x_1 - x_2 - \tau_u)] dx_1 dx_2 = \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} g(x_2) \left[\int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) \delta(x_1 - x_2 + \tau_u) dx_1 - 2 \int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) \delta(x_1 - x_2) dx_1 + \int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) \delta(x_1 - x_2 - \tau_u) dx_1 \right] dx_2. \end{aligned}$$

Вычисляя внутренние интегралы с учетом «фильтрующего» свойства δ -функции, получаем выражение для значения второй производной АКФ в нуле в виде суммы трех интегралов:

$$K''(0) = \int_{-\infty}^{\infty} g(x_2) g(x_2 - \tau_u) dx_2 - 2 \int_{-\infty}^{\infty} g(x_2) g(x_2) dx_2 + \int_{-\infty}^{\infty} g(x_2) g(x_2 + \tau_u) dx_2.$$

Подставляя в это выражение импульсную характеристику интегрирующей цепи (3) и вычисляя каждый из интегралов, получим:

$$\begin{aligned} K''(0) &= \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{T} \exp\left(-\frac{x_2}{T}\right) h(x_2) \cdot \frac{1}{T} \exp\left(\frac{-x_2 + \tau_u}{T}\right) h(x_2 - \tau_u) dx_2 - 2 \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{T^2} \exp\left(-\frac{2x_2}{T}\right) h^2(x_2) dx_2 + \\ &+ \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{T} \exp\left(-\frac{x_2}{T}\right) h(x_2) \cdot \frac{1}{T} \exp\left(\frac{-x_2 - \tau_u}{T}\right) h(x_2 + \tau_u) dx_2 = \\ &= \frac{1}{T^2} \exp\left(\frac{\tau_u}{T}\right) \int_{\tau_u}^{\infty} \exp\left(-\frac{2x_2}{T}\right) dx_2 - \frac{2}{T^2} \int_0^{\infty} \exp\left(-\frac{2x_2}{T}\right) dx_2 + \frac{1}{T^2} \exp\left(\frac{-\tau_u}{T}\right) \int_0^{\infty} \exp\left(-\frac{2x_2}{T}\right) dx_2 = \\ &= \frac{1}{T} \left(\exp\left(-\frac{\tau_u}{T}\right) - 1 \right) = -\frac{1}{T} (1 - e^{-a}), \end{aligned}$$

где $a = \frac{\tau_u}{T}$ — параметр, характеризующий степень прямоугольности импульса.

Для нормировки полученное выражение для второй производной АКФ сигнала в нуле нужно разделить на значение АКФ сигнала в нуле $K(0)$, которое равно энергии сигнала

$$K(0) = \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t) dt = E_c .$$

Сигнал, который является реакцией интегрирующей цепи на прямоугольный импульс единичной амплитуды, описывается выражением [2]

$$s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} g(x) s_0(t-x) dx = \begin{cases} 1 - e^{-t/T} & \text{при } t \in [0, \tau_u] \\ (1 - e^{-\tau_u/T}) e^{-(t-\tau_u)/T} & \text{при } t > \tau_u . \end{cases}$$

Вычислим энергию сигнала:

$$E_c = \int_0^{\tau_u} (1 - e^{-t/T})^2 dt + (1 - e^{-\tau_u/T})^2 \int_{\tau_u}^{\infty} \exp(-2(t - \tau_u)/T) dt = \tau_u - T + Te^{-\tau_u/T} = T \left[a - (1 - e^{-a}) \right]$$

Тогда нормированная вторая производная АКФ сигнала в нуле равна

$$K''_{\text{норм}}(0) = \frac{K''(0)}{K(0)} = \frac{-\frac{1}{T}(1 - e^{-a})}{T \left[a - (1 - e^{-a}) \right]} = -\frac{1}{\tau_u^2} \frac{a^2 (1 - e^{-a})}{a - (1 - e^{-a})}$$

и в соответствии с (2) среднеквадратическая ширина спектра сигнала определяется выражением

$$\Delta\omega_{\text{ск}} = \sqrt{-K''_{\text{норм}}(0)} = \sqrt{\frac{1}{\tau_u^2} \frac{a^2 (1 - e^{-a})}{a - (1 - e^{-a})}} .$$

Подставляя ее в выражение для дисперсии ошибки измерения задержки (1), получаем

$$\sigma_{t_s}^2 = \tau_u^2 \frac{a - (1 - e^{-a})}{a^2 (1 - e^{-a}) \rho^2} . \quad (7)$$

Формула (1), на основании которой получено выражение (7), выводится при условии, что ошибка измерения имеет нормальный закон распределения вероятностей. Она является асимптотической и определяет только минимально возможную дисперсию ошибки. Поэтому рассмотрим также формулу, приведенную в [3, стр.76, 3.1.48], которая учитывает отклонение распределения вероятностей ошибки от нормального и может дать более точный результат при не очень больших значениях отношения сигнал-шум. В этой формуле учитывается дополнительная поправка к дисперсии, вычисленной в соответствии с (1):

$$\sigma_{t_s}^2 = \frac{1}{K''_{\text{норм}}(0) \rho^2} \left(1 + \frac{K''_{\text{норм}}(0)}{\rho^2 K''_{\text{норм}}(0)^2} \right) . \quad (8)$$

Для определения поправки вычислим значение четвертной производной АКФ сигнала в нуле $K''_{\text{норм}}(0)$. Для этого в формулу, определяющую вторую производную АКФ сигнала, подставим выражение (6) для второй производной АКФ прямоугольного импульса и результат запишем как сумму трех слагаемых:

$$K''(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) g(x_2) K_0''(\tau - x_2 + x_1) dx_1 dx_2 = K_1''(\tau) - 2K_2''(\tau) + K_3''(\tau) ,$$

$$\text{где } K_1''(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) g(x_2) \delta(\tau + \tau_u - x_2 + x_1) dx_1 dx_2 ,$$

$$K_2''(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) g(x_2) \delta(\tau - x_2 + x_1) dx_1 dx_2 ,$$

$$K_3''(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) g(x_2) \delta(\tau - \tau_u - x_2 + x_1) dx_1 dx_2 .$$

Выражения для $K_2''(\tau)$ и $K_3''(\tau)$ отличаются от $K_1''(\tau)$ только тем, что в $K_3''(\tau)$ параметр τ_u входит со знаком «минус», а в $K_2''(\tau)$ он равен нулю. Поэтому достаточно получить формулу только для $K_1''(\tau)$.

$$\begin{aligned} K_1''(\tau) &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) g(x_2) \delta(\tau + \tau_u - x_2 + x_1) dx_1 dx_2 = \int_{-\infty}^{\infty} g(x_2) \left[\int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) \delta(x_1 - (x_2 - \tau - \tau_u)) dx_1 \right] dx_2 = \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} g(x_2) \left[\int_{-\infty}^{\infty} g(x_1) \delta(x_1 - (x_2 - \tau - \tau_u)) dx_1 \right] dx_2 = \int_{-\infty}^{\infty} g(x_2) g(x_2 - \tau - \tau_u) dx_2 = \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{T} \exp\left(-\frac{x_2}{T}\right) h(x_2) \cdot \frac{1}{T} \exp\left(-\frac{x_2}{T}\right) \exp\left(\frac{\tau + \tau_u}{T}\right) h(x_2 - (\tau + \tau_u)) dx_2 = \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{T^2} \exp\left(\frac{\tau + \tau_u}{T}\right) \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left(-\frac{2x_2}{T}\right) h(x_2) h(x_2 - (\tau + \tau_u)) dx_2.$$

Для того чтобы дальше преобразовать это выражение, нужно отдельно рассмотреть два случая.

$$\tau + \tau_u > 0$$

$$K'_1(\tau) = \frac{1}{T^2} \exp\left(\frac{\tau + \tau_u}{T}\right) \int_{\tau + \tau_u}^{\infty} \exp\left(-\frac{2x_2}{T}\right) dx_2 = \frac{1}{2T} \exp\left(-\frac{\tau + \tau_u}{T}\right)$$

$$\tau + \tau_u < 0$$

$$K''_1(\tau) = \frac{1}{T^2} \exp\left(\frac{\tau + \tau_u}{T}\right) \int_0^{\infty} \exp\left(-\frac{2x_2}{T}\right) dx_2 = \frac{1}{2T} \exp\left(\frac{\tau + \tau_u}{T}\right)$$

Объединяя эти два выражения, окончательно получим:

$$K''_1(\tau) = \frac{1}{2T} \exp\left(-\frac{|\tau + \tau_u|}{T}\right).$$

Выражение для $K''_2(\tau)$ получается, если в этой формуле положить $\tau_u = 0$:

$$K''_2(\tau) = \frac{1}{2T} \exp\left(-\frac{|\tau|}{T}\right),$$

а выражение для $K''_3(\tau)$ — если изменить знак у τ_u :

$$K''_3(\tau) = \frac{1}{2T} \exp\left(-\frac{|\tau - \tau_u|}{T}\right).$$

Таким образом, окончательно получаем

$$K''(\tau) = \frac{1}{2T} \left[\exp\left(-\frac{|\tau + \tau_u|}{T}\right) - 2 \exp\left(-\frac{|\tau|}{T}\right) + \exp\left(-\frac{|\tau - \tau_u|}{T}\right) \right].$$

График АКФ сигнала показан на рис. 2, а график ее второй производной — на рис. 3.

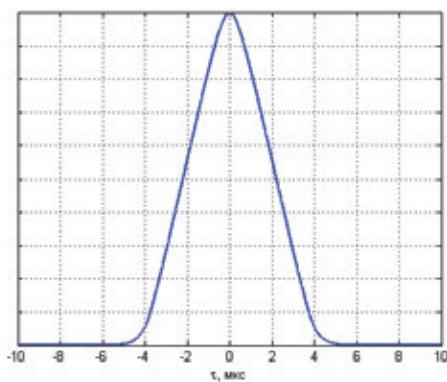


Рис. 2. График АКФ сигнала

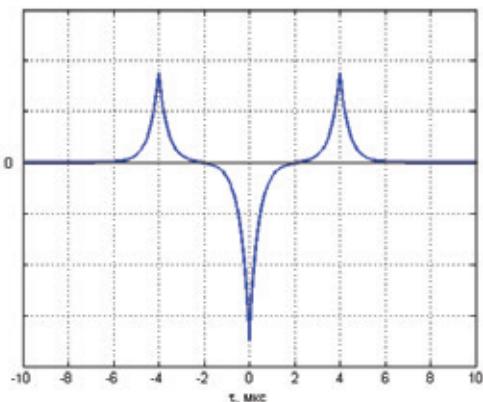


Рис. 3. График второй производной АКФ

График второй производной АКФ $K''(\tau)$ имеет излом в нуле. Следовательно, третья производная (рис. 4) в нуле имеет разрыв, а четвертая производная не существует (является бесконечно большой).

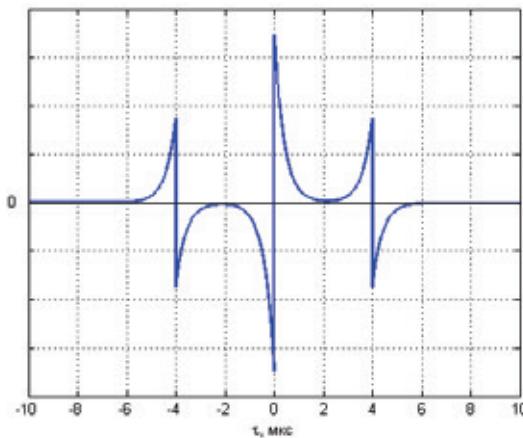


Рис. 4. График третьей производной АКФ

Таким образом, для рассматриваемого сигнала нет возможности определить дисперсию ошибки с поправкой по формуле (8). Поэтому необходимо искать другие способы повышения точности расчета дисперсии ошибки измерения задержки при не очень большом отношении сигнал-шум, в том числе основанные на имитационном моделировании.

Литература:

1. Тихонов, В. И. Оптимальный приём сигналов. — М.: Радио и связь, 1983.
2. Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы. — 3-е изд. — М.: Высшая школа, 2000.
3. Куликов, Е. И., Трифонов А. П. Оценка параметров сигнала на фоне помех. — М.: Советское радио, 1978.

Управление судами с малой площадью ватерлинии в условиях волнения

Мартынов Родион Сергеевич, студент
Санкт-Петербургский государственный университет

Суда с малой площадью ватерлинии (далее СМПВ) представляют собой разновидность катамарана, опирающуюся на два полностью погруженных корпуса. Подобная конструкция позволяет без особых усилий преодолевать бортовую качку, однако при определенной скорости суда данной конструкции могут терять устойчивость в вертикальной плоскости. Это происходит из-за так называемого «эффекта Мунка», который заставляет судно крениться на корму. Для предотвращения возникновения этого эффекта необходимо грамотное применение стабилизирующих рулей, что и является предметом данной работы.

Для формализации поставленной задачи необходимо рассмотреть математическую модель движения СМПВ. Используя второй закон Ньютона и разложение в ряд Тейлора для обеспечения линейности уравнений, получаем следующее представление движений судна [1]:

$$\sum_{j=1}^6 \left(A_{ij} \xi_j + B_{ij} \dot{\xi}_j + C_{ij} \ddot{\xi}_j \right) = F_i$$

где ξ_1 — продольное смещение судна, ξ_2 — поперечное смещение судна, ξ_3 — вертикальное смещение судна, ξ_4 — крен, ξ_5 — дифферент, ξ_6 — курс (рис. 1), F_i — возмущающие силы и моменты волн, $A_{ij} = M_{ij} + a_{ij}$ — сумма матрицы массы и матрицы присоединенных масс, b_{ij} — матрица демпфирования, c_{ij} — матрица восстанавливающих сил (restoring forces).

Учитывая продольную симметрию данного типа судов, а также линейности уравнений становится возможным выделить уравнения движения СМПВ в вертикальной плоскости:

$$(M + A_{33})\xi_3 + B_{33}\xi_3 + C_{33}\xi_3 + A_{35}\xi_5 + B_{35}\xi_5 + C_{35}\xi_5 = F_3$$

$$A_{53}\xi_3 + B_{53}\xi_3 + C_{53}\xi_3 + (I_5 + A_{55})\xi_5 + B_{55}\xi_5 + C_{55}\xi_5 = F_5$$

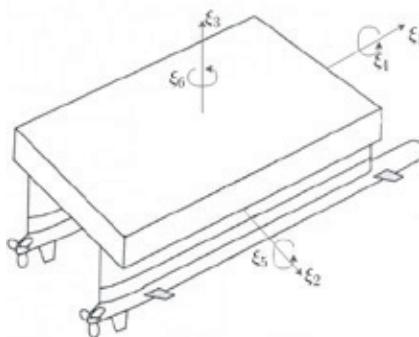


Рис. 1. Система координат

Теперь становится возможным переписать эти уравнения в матричной форме, добавив гидродинамические коэффициенты при стабилизирующих рулях:

$$T = \begin{pmatrix} M + A_{33} & 0 & A_{35} & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ A_{53} & 0 & I_5 + A_{55} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad x = \begin{pmatrix} \xi_3 \\ \xi_3 \\ \xi_5 \\ \xi_5 \end{pmatrix} \quad A' = \begin{pmatrix} -B_{33} & -C_{33} & -B_{35} & -C_{35} \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ -B_{53} & -C_{53} & -B_{55} & -C_{55} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$B' = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{31} & b_{32} & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad u = \begin{pmatrix} u_f \\ u_a \\ d_{\xi_3} \\ d_{\xi_5} \end{pmatrix}$$

$$C = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

где u_f , u_a , d_{ξ_3} , d_{ξ_5} — углы отклонения переднего и заднего стабилизирующего руля а также силы и моменты, задействованные в их активации и влияющие на вертикальное движение судна.

В итоге данные уравнения запишутся в виде $\dot{x} = Ax + Bu$, которые в свою очередь очевидными алгебраическими преобразованиями приводятся к классической форме модели в пространстве состояний:

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

$$y = Cx + Du$$

Коэффициенты матрицы управления В определяются следующим образом [5]:

$$b_{11} = -0.5\rho A_f C_{Lc}^f \cos(C_{ang}^f); \quad b_{21} = -b_{11} L_f$$

$$b_{12} = -0.5\rho A_a C_{Lc}^f \cos(C_{ang}^f); \quad b_{22} = -b_{12} L_a$$

Основная особенность данной модели состоит в том, что её коэффициенты заданы в частотной области и зависят от многих параметров, большинство из которых невозможно учесть явно [2]. Поэтому при моделировании пользуются одним из основных частотных показателей судна в условиях волнения: частотой встречи ω_e (encounter frequency):

$$\omega_e = \omega - \frac{\omega^2 U \cos(\beta)}{g}$$

где U — собственная скорость судна по курсу, ω — частота волнения моря/океана, β — угол между курсом судна и направлением волнения (0° для курса по волнам и 180° для курса строго против волн). Следовательно, для использования данной модели должна быть выбрана определенная частота ω_e .

Для универсализации модели в нее включают параметрическую неопределенность, которая вычисляется следующим образом: в первую очередь частота волнения дискретизируется в некотором диапазоне. Затем вычисляется частота встречи, основываясь на основных скоростных режимах рассматриваемого судна и интересующего угла β . Для каждого значения ω_e вычисляются коэффициенты модели в пространстве состояний и составляется диапазон вариаций каждого коэффициента. Затем рассматривается уже возмущенная модель вида:

$$\dot{x} = (A_n + \delta A_r)x + (B_n + \delta B_r)u$$

$$y = Cx + Du$$

Здесь коэффициенты с индексом n обозначают номинальные значения и равны среднему значению среди всех вычисленных вариантов соответствующих коэффициентов, а коэффициенты с индексом r равны половине диапазона возможных значений. δ представляют собой изменения соответствующего коэффициента и ограничены по норме ($\delta \leq 1$).

Теперь, для применения современных методов теории робастности, необходимо представить систему в виде номинальной модели, замкнутой обратной связью с неопределенностями в коэффициентах ($M - \Delta$ представление). Это выполняется с помощью верхнего дробно-линейного преобразования (рис. 2):

$$G_u(s) = F_u(M, \Delta)$$

где

$$M = \begin{pmatrix} M_{11} & M_{12} \\ M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \Delta = \begin{pmatrix} \delta_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \delta_{12} \end{pmatrix}$$

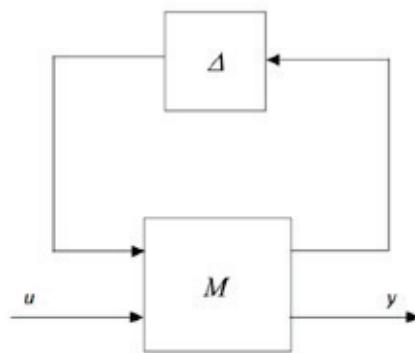


Рис. 2. $M - \Delta$ конфигурация

Матрица M представляет собой комбинацию номинальной модели и границы вариаций её коэффициентов.

$$F_u(M, \Delta) = M_{22} + M_{21}\Delta(I - M_{11}\Delta)^{-1}M_{12}$$

После построения модели для синтеза управления применялся H_∞ и μ синтез, которые позволяют учесть указанную параметрическую неопределенность.

В частности, в рамках данной работы была рассмотрена модель СМПВ судна водоизмещением 400 тонн (CHINA 2001), введенная в [4], и произведено моделирование в среде MATLAB.

Номинальные коэффициенты модели следующие:

$$A_n = \begin{pmatrix} -0.3129 & -8.9758 & -0.5743 & 42.196 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0021 & 0.8279 & -0.1077 & -4.8088 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$B_n = \begin{pmatrix} 1.3918 & 1.3918 & 0.5945 & 0.5945 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0.0568 & -0.0568 & 0.5945 & 0.5945 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$C_n = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} D_n = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариации соответствующих коэффициентов указаны в таблице 1.

Таблица 1. Вариации коэффициентов модели

a_{11}^r	0.0626
a_{12}^r	1.7952
a_{13}^r	0.1149
a_{14}^r	8.4392
a_{31}^r	0.0004
a_{32}^r	0.1656
a_{33}^r	-0.0215
a_{34}^r	-0.9618
b_{11}^r	0.2784
b_{12}^r	0.2784
b_{31}^r	0.0114
b_{32}^r	0.0114

Затем была составлена $M - \Delta$ конфигурация. Блок М состоит из номинальной модели и вариаций её коэффициентов:

$$\left[\begin{array}{cc|c} A_n & B_n & L \\ C_n & D_n & \\ \hline S & 0 & \end{array} \right]$$

где $S = [S_1 \dots S_{12}]$, S_i — вектор-строка размерности 1×12 . Если обозначить ненулевые элементы S в виде $S_{i,j}$, то все элементы матрицы S равны нулю, кроме $S_{1,1} = a_{11}^r$, Блок $L = [L_1 \dots L_{12}]$, где $L_i = [100000]^T$ для $i = 1, 2, 3, 4, 9, 10$ и $L_i = [001000]^T$ для $i = 5, 6, 7, 8, 11, 12$. $\Delta = \text{diag}(\delta_1 \dots \delta_{12})$, $|\delta_i| \leq 1$, $\Delta \leq 1$.

Номинальная модель устойчива (все её собственные значения лежат в левой открытой полуплоскости), однако существуют возмущения, способные сделать движение неустойчивым. Отсюда следует, что необходим синтез регулятора, обеспечивающего рабочую устойчивость и качество динамического процесса замкнутой системы. Разумно применить H_∞ — синтез.

Для этого сначала необходимо задать весовые функции W_e и W_u , которые будут определять качество динамического процесса и ограничения на управляющие элементы [3]. В данном случае, угол отклонения рулей не должен превышать 20° . W_e представляет собой диагональную передаточную матрицу размерности 2×2 :

$$W_e = \begin{pmatrix} w_h & 0 \\ 0 & w_\theta \end{pmatrix}$$

где соответствующие элементы w_h и w_θ отвечают контролируемым выходам e_h и e_θ (смещение по глубине и смещение по дифференту соответственно). Параметры подбирались таким образом, чтобы минимизировать внешние возмущения.

График амплитудно-частотной характеристики данных весовых функций представлен на рисунке 3. В свою очередь, W_u — диагональная передаточная матрица 2×2 , с постоянными элементами, которые отражают масштабирование сигнала $u = -K(s)y$ в соответствии с наложенными ограничениями.

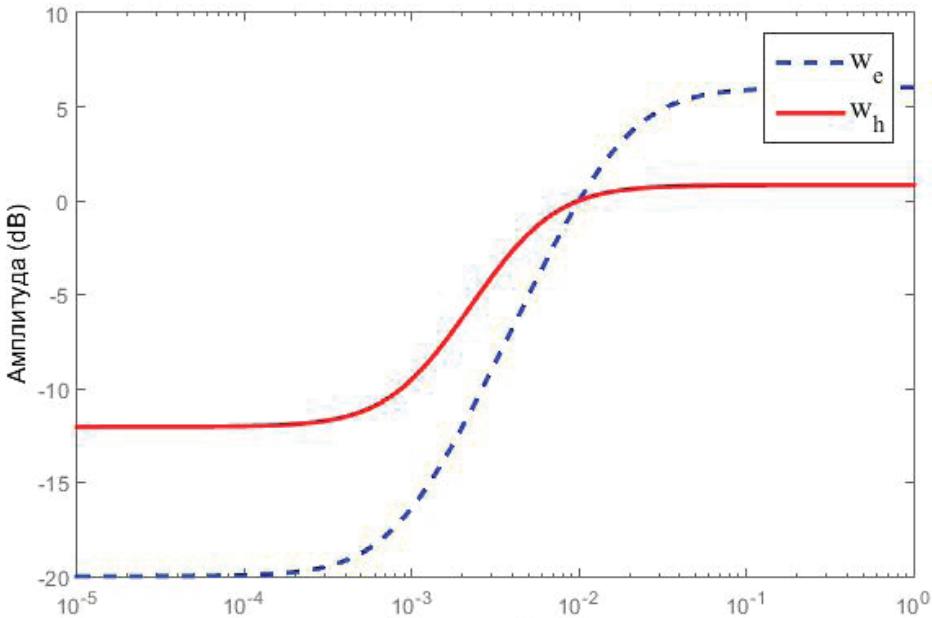


Рис. 3. АЧХ весовых функций

Полученный регулятор стабилизирует номинальную модель и отвечает требованиям качества динамического процесса: амплитуда в режиме с ненулевым волнением выходного сигнала замкнутой системы в несколько раз ниже, чем у разомкнутой системы при соблюдении ограничений на динамику рулей (рис. 4), однако система не отвечает требованиям робастной устойчивости. Так как $\Delta \leq 1$, то должно выполняться [7]:

$$\mu_\Delta(M(s)) < 1$$

$$\mu_\Delta(M(s)) = \min_{\Delta} \{ \bar{\sigma}(\Delta) : \det(I - M\Delta) = 0 \}$$

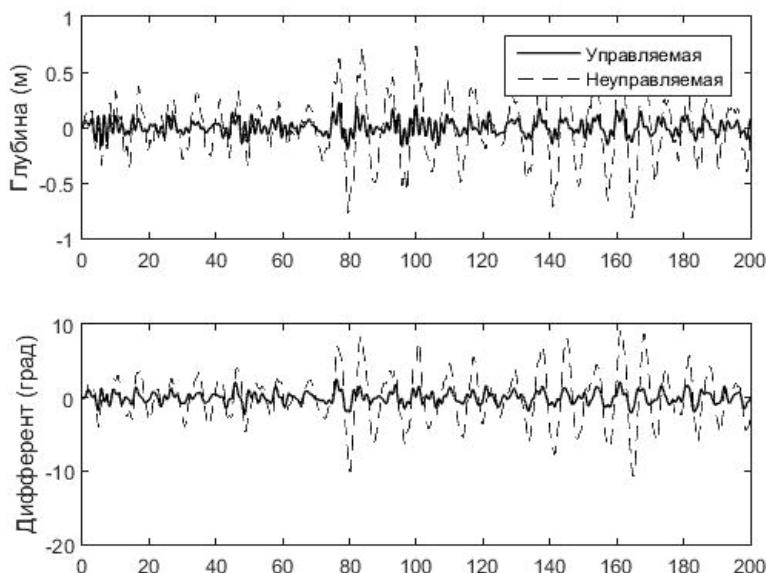


Рис. 4. Реакция на волнение в 3 балла

где $\mu_\Delta(M(s))$ называется структурированным сингулярным числом системы. Однако верхняя граница структурированного сингулярного числа больше 1 на некоторых частотах, что означает, что существуют такие возмущения Δ , которые могут сделать систему неустойчивой.

Следовательно, нужно расширить границы робастной устойчивости с помощью μ синтеза методом D-K итераций, используя регулятор, полученный при H_∞ синтезе в качестве начального для алгоритма. В итоге был выбран регулятор, полученный на 10 итерации с минимальной достигнутой границей структурированного сингулярного числа равной 0.8951, который был редуцирован до 9 порядка. Результат его работы для волнения в 5 баллов можно видеть на рисунке 5.

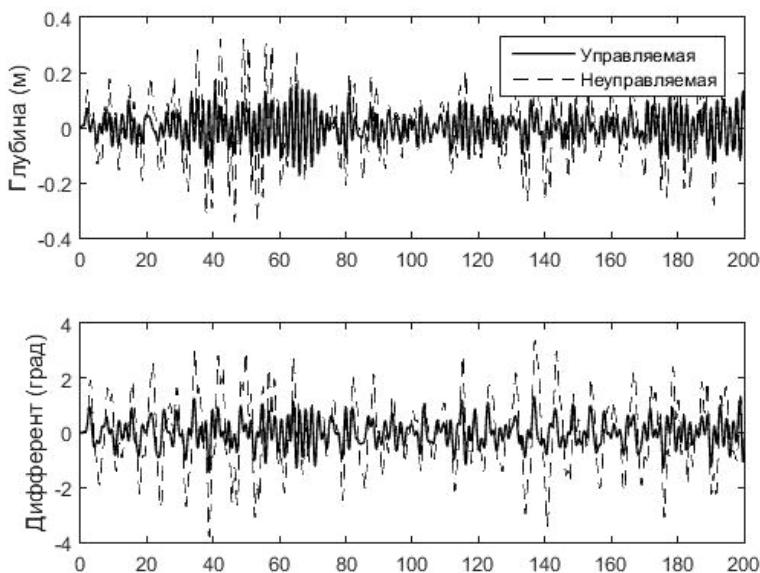


Рис. 5. Реакция на волнение в 5 баллов

В результате данной работы был проведен синтез управления, которое отвечает требованиям робастной устойчивости и обеспечивает меньшую амплитуду управляемого выходного сигнала по сравнению с неуправляемым. Следовательно, примененные методы решают поставленную задачу и могут использоваться для обеспечения устойчивости вертикального движения СМПВ в условиях волнения.

Литература:

- Chinn, N. L., Roberts G. N., Scrace R. G., Owens D. H. Mathematical modelling of a small waterplane area twin hulled (SWATH) vessel // Control'94 International Conference. 1994. № 2. с. 1560–1565.
- Dubrovsky, V. A., Matveev K., Sutulo S. Small waterplane area ships. Backbone Publishing Company, 2007. 255 с.
- Gu, D. W., Petkov P. Hr., Konstantinov M. M. Robust Control Design with MATLAB. Springer, 2005. 389 с.
- Lihua Liang, Baohua Wang, Ming Ji Adaptive Fuzzy Control for SWATH Ship Seakeeping Characteristics // International Conference on Mechatronics and Automation. 2012. с. 440–445.
- Omar Bin Yaakob Development of a semi-SWATH craft for Malaysian waters. Malaysia: University of Technology, 2006. 198 с.
- Веремей, Е. И. Линейные системы с обратной связью. СПб.: Лань, 2013. 445 с.

Методика контроля защищенности конфиденциальной информации в автоматизированной системе от несанкционированного доступа

Михайловская Анастасия Сергеевна, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

Данная статья посвящена методике контроля защищенности конфиденциальной информации в автоматизированной системе от несанкционированного доступа. Методика была разработана автором на основе

требований нормативно-методических документов ФСТЭК России в области защиты конфиденциальной информации в автоматизированной системе от несанкционированного доступа. Поскольку на данный момент единой методики контроля защищенности конфиденциальной информации от несанкционированного доступа, закрепленной в нормативно-правовых и методических документах, не существует, то разработанная методика может быть использована на практике для проверки соответствия эффективности мероприятий по защите конфиденциальной информации установленным требованиям и нормам по безопасности информации (например, при работах по аттестации или при ежегодных плановых проверках).

Ключевые слова: конфиденциальная информация, несанкционированный доступ, контроль защищенности, автоматизированная система, средство вычислительной техники, средство защиты информации, матрица доступа

Трудно переоценить растущую роль информации и информационных технологий в современном мире. Один файл, одно письмо или сообщение, попавшее не в те руки, может принести много бед не только своему обладателю, но и всем окружающим. Информация стала одним из важнейших стратегических и управлеченческих ресурсов, а потому в настоящее время имеет очень большую ценность. Именно поэтому для обладателя информации первостепенной задачей является ее защита.

В процессе анализа общей проблемы безопасности информации выделяются такие направления, в которых технические неисправности, ошибки ПО, стихийные бедствия, а также преднамеренные или непреднамеренные действия человека могут стать причиной утечки, модификации или уничтожения информации. Одним из таких направлений является несанкционированный доступ к информации [1].

Несанкционированный доступ (НСД) — это доступ к информации, нарушающий правила разграничения доступа с использованием штатных средств, предоставляемых средствами вычислительной техники (СВТ) или автоматизированными системами (АС). Под штатными средствами здесь понимается совокупность технического, программного и микропрограммного обеспечения СВТ или АС [2].

Одним из принципов защиты от НСД является контроль эффективности средств защиты информации (СЗИ) — проверка соответствия эффективности мероприятий по защите информации установленным требованиям или нормам по безопасности информации. Такой контроль может быть либо периодическим, либо инициироваться по мере необходимости пользователем АС или контролирующими органами.

Проверка функционирования системы защиты информации от НСД осуществляется с помощью программных или программно-технических средств на предмет соответствия требованиям по безопасности с учетом классификации АС и степени секретности обрабатываемой информации. В случае конфиденциальной информации контролю подлежат три из четырех подсистем системы защиты информации от НСД, а именно [3]:

- подсистема управления доступом;
- подсистема регистрации и учета;
- подсистема обеспечения целостности.

Стоит отметить, что в данной статье не рассматривается контроль защищенности конфиденциальной информации, проводимый с помощью специализированных программных средств контроля защищенности.

Методика контроля защищенности конфиденциальной информации в АС от НСД состоит из трех основных этапов [4]:

1. Планирование.
2. Тестирование.
3. Анализ результатов.

На этапе планирования проводится анализ всех исходных данных и документации по АС, в частности анализ защищаемых информационных ресурсов, структуры АС, а также целей и задач системы защиты конфиденциальной информации в АС от НСД. Перед началом тестирования необходимо установить, что в документации на объект испытаний декларируется соответствие АС требованиям руководящих документов.

Заказчик должен предоставить комиссию, проводящей контроль защищенности, описание технологического процесса обработки информации в АС, включающее в себя следующую информацию [5]:

- перечень объектов доступа;
- перечень субъектов доступа;
- перечень штатных средств доступа к информации;
- перечень используемых средств защиты информации;
- описание реализованных правил разграничения доступа (матрицу доступа);
- схему или описание информационных потоков.

На этапе тестирования проводится комплекс организационно-технических мероприятий по оценке показателей защищенности конфиденциальной информации в АС от НСД.

Тестирование включает проверку каждой из подсистем системы защиты:

1. Проверка подсистемы управления доступом

В рамках проверки подсистемы управления доступом контролируются организационные мероприятия, устанавливающие требования к парольной политике, проводится анализ установленных параметров функци-

нирования средств идентификации и аутентификации, осуществляется контроль корректности функционирования механизмов идентификации и аутентификации, а также контролируется процедура смены паролей пользователями.

Поскольку методика контроля защищенности представляет собой обоснованную последовательность действий, то порядок проверки выполнения каждого требования (нормы) удобнее всего представить в виде таблицы (таблица 1).

Таблица 1. Порядок проверки подсистемы управления доступом

Проверяемое требование	Порядок действий при проверке
Проверка механизма идентификации и аутентификации субъектов доступа при входе в систему	<p>На исследуемом АС выполнить запросы на идентификацию и проведение аутентификации с использованием различных сочетаний учетных данных: зарегистрированный (незарегистрированный) идентификатор, верный (неверный) пароль.</p> <p>Проверить реакцию системы защиты на вход в ОС с неправильно введенным идентификатором (логином).</p> <p>Проверить реакцию системы защиты на вход в ОС с неправильно введенным паролем.</p> <p>Проверить реакцию системы защиты на вход в ОС с правильно введенным логином и паролем.</p>
Проверка соблюдения требований к паролю (длина пароля должна быть не менее 6 символов, пароль должен включать буквы и цифры)	<p>Проверить наличие эксплуатационной документации на АС, в которой регламентирован порядок проведения парольной защиты АС. Проверить наличие следующих положений:</p> <p>требования к паролям (длина, сложность);</p> <p>обязанности администратора безопасности по реализации парольной политики АС (генерация паролей, распределение паролей);</p> <p>обязанности пользователей по реализации парольной политики АС (генерация паролей, смена паролей).</p> <p>Определить значения, установленные средствами СЗИ от НСД, для следующих параметров: минимальная длина пароля, сложность пароля (алфавит паролей), максимальный срок действия пароля, максимальное число неудачных попыток входа пользователей в ОС, после которого осуществляется блокировка работы пользователя, реакция СЗИ на превышение максимального числа неудачных попыток входа пользователя.</p> <p>Под учетными записями пользователей произвести попытки установить пароль, не соответствующий нормативным требованиям. Для этого осуществить:</p> <p>попытку установить пароль, длина которого менее 6 символов;</p> <p>попытки установить пароль, состоящий исключительно из цифр, либо только из букв.</p>
Проверка механизма идентификации внешних устройств по именам	Проверить возможность загрузки ОС с внешних носителей (с flash-накопителя или CD-диска) в обход системы защиты информации в АС. Попытки загрузки с внешних устройств должны быть проигнорированы системой защиты информации.
Проверка механизма идентификации программ, каталогов, файлов, записей, полей записей по именам при обращении к ним средствами ОС и средствами установленных на СЗИ от НСД	<p>Провести идентификацию программ путем их запуска (через «Проводник») и проверить их соответствие заданным параметрам.</p> <p>Провести идентификацию каталогов (папок), в которых расположены защищаемые файлы путем обращения к ним с помощью штатных средств ОС (программа «Проводник»).</p> <p>Проверка механизма идентификации записей и полей записей проводится только в том случае, если в АС присутствуют системы управления базами данных (СУБД).</p>
Проверка правильности представления доступа конкретным субъектам к защищаемым объектам (каталогам, файлам) в соответствии с установленными правами (матрицей доступа)	<p>Проверить наличие матрицы доступа в числе документации на АС.</p> <p>Дальнейшая проверка производится при помощи специализированных программных средств, таких как «Ревизор 1 XP» и «Ревизор 2 XP» (или их аналогов).</p>

2. Проверка подсистемы регистрации и учета.

При проверке подсистемы регистрации и учета АС контролируется регистрация и учет событий средствами

установленного СЗИ от НСД на всех этапах технологического процесса обработки и хранения информации (вход и выход субъектов в ОС, запуск и завершение программ, попытки доступа программ к защищаемым

файлам, каталогам, узлам сети, терминалам, линиям связи), выдача защищаемых материалов на печать, порядок регистрации и учета носителей защищаемой информации, а также качество очистки освобождаемых

областей памяти внешних накопителей и оперативной памяти.

Порядок проверки подсистемы регистрации и учета представлен в таблице 2.

Таблица 2. Порядок проверки подсистемы регистрации и учета

Проверяемое требование	Порядок действий при проверке
Проверка регистрации входа (выхода) пользователя в (из) ОС, входа (выхода) компьютера из спящего режима	Произвести выход из системы, вход в систему от имени пользователя или администратора. Произвести попытку предоставления неправильного идентификатора (или ввода неправильного имени пользователя), пароля. Вести компьютер, на котором осуществляется проверка, в спящий режим и вывести из него. Зайти в журнал «Безопасность» ОС Windows или в соответствующий журнал используемого СЗИ от НСД. Проверить наличие записей о каждом из событий п. 1–3.
Проверка регистрации запуска и завершения программ	Запустить и завершить программы, используемые для обработки защищаемой информации. Зайти в журнал «Безопасность» ОС Windows или в соответствующий журнал используемого СЗИ от НСД. Проверить наличие записей о каждом из событий п. 1.
Проверка регистрации попыток доступа к защищаемым файлам и каталогам	Открыть и закрыть файлы и папки, содержащие защищаемую информацию (согласно матрице доступа). Попробовать создать (удалить) файлы и папки (согласно матрице доступа). Зайти в журнал «Безопасность» ОС Windows или в соответствующий журнал используемого СЗИ от НСД. Проверить наличие записей о каждом из событий п. 1,2.
Проверка регистрации выдачи защищаемых материалов на печать	Проверить, что пользователю, осуществляющему печать, разрешен доступ к порту, к которому подключен принтер. Проверить, что факт вывода документа на печать, дата и время выдачи, имя файла, уровень конфиденциальности, количество экземпляров документа, количество листов в экземпляре, имя файла, с которого выполнена печать документа, идентификатор пользователя, запросившего документ, регистрируется установленным СЗИ от НСД или сотрудником, ответственным за вывод документов из АС. Проверить, что бракованные листы уничтожаются в установленном в организации порядке.
Проверка регистрации и учета носителей защищаемой информации	Проверить, что учет носителей защищаемой информации проводится в журнале с регистрацией их выдачи (приема). Проверить, что носители защищаемой информации уничтожаются в установленном в организации порядке с записью об этом в журнале учета.
Проверка качества очистки освобождаемых областей памяти внешних накопителей и оперативной памяти	Проверка очистки (обнуления, обезличивания) освобождаемых областей внешних накопителей и оперативной памяти производится при помощи специализированных программных средств контроля защищенности, таких как «Terrier 3.0» и его аналоги.

3. Проверка подсистемы обеспечения целостности.

При проверке подсистемы обеспечения целостности АС осуществляется проверка обеспечения целостности СЗИ от НСД и неизменности программной среды компьютера, проверка проведения периодического тестирования системы защиты информации от НСД, проверка наличия средств восстановления программной среды компьютера и СЗИ от НСД, а также проверка наличия САВЗ в исследуемой АС.

Порядок проверки подсистемы обеспечения целостности представлен в таблице 3.

Средствами восстановления СЗИ от НСД в АС являются дистрибутивы (инсталляционные файлы) с системным и прикладным ПО. Копии дистрибутивов хранятся отдельно для обеспечения возможной полной замены (переустановки) ПО в случае каких-либо отказов (сбоев) или нарушений в работе технических средств АС. Автоматическое оперативное восстановление функций СЗИ НСД при сбоях проверяется путем моделирования сбойных ситуаций и последующей проверки (тестирования) функций СЗИ НСД.

Помимо проверки наличия средств антивирусной защиты проводится выборочная проверка используемых в системе программных средств на наличие компьютерных вирусов.

Таблица 3. Порядок проверки подсистемы обеспечения целостности

Проверяемое требование	Порядок действий при проверке
Проверка обеспечения целостности программных СЗИ от НСД	Проверка обеспечения целостности программных СЗИ от НСД и неизменности программной среды производится при помощи специализированных средств контроля защищенности, таких как «ФИКС 2.0.1», «ФИКС 2.0.2» или их аналогов.
Проверка неизменности программной среды компьютера	
Проверка проведения периодического тестирования системы защиты информации от НСД	Проверить наличие организационно-распорядительной документации, определяющей периодичность и порядок тестирования всех функций СЗИ от НСД. Проверить возможность периодического тестирования СЗИ путем анализа применяемых разработчиком средств контроля целостности компонентов системного ПО, реализующих функции СЗИ от НСД и наборов данных, используемых этими средствами.
Порядок проверки наличия средств восстановления	Проверить, что средства восстановления программной среды компьютера имеются в наличии Проверить, что средства восстановления СЗИ от НСД имеются в наличии (например, дистрибутивы ПО СЗИ от НСД, которые хранятся отдельно, для того, чтобы обеспечить переустановку в случае каких-либо сбоев в работе программных или технических средств АС).
Проверка наличия средств антивирусной защиты	Проверить, что средства антивирусной защиты имеются в наличии.

На заключительном этапе анализа результатов производится сравнение фактических значений показателей защищенности, и норм (требований), определенных

в нормативно-методических документах по защите конфиденциальной информации в АС от НСД.

Литература:

1. Руководящий документ. Концепция защиты средств вычислительной техники и автоматизированных систем от несанкционированного доступа к информации (утв. Гостехкомиссией РФ 30.03.1992 г.).
2. Руководящий документ. Защита от несанкционированного доступа к информации. Термины и определения (утв. Гостехкомиссией РФ 30.03.1992 г.).
3. Руководящий документ. Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации (утв. Гостехкомиссией РФ 30.03.1992 г.).
4. Барабанов, А. В., Марков А. С., Цирлов В. Л. Методический аппарат оценки соответствия автоматизированных систем требованиям безопасности информации // Спецтехника и связь. — 2011. — № 3. — с. 48–53.
5. Программа и методики проведения аттестационных испытаний объектов информатизации (Аттестация АС) // Документы по информационной безопасности. URL: [http://securitypolicy.ru/index.php/Программа_и_методики_проведения_аттестационных_испытаний_объектов_информатизации_\(Аттестация_АС\)](http://securitypolicy.ru/index.php/Программа_и_методики_проведения_аттестационных_испытаний_объектов_информатизации_(Аттестация_АС)).

Использование СПК207 для управления электроприводами шаровых кранов BELIMO с помощью модулей МУ110–8Р, МУ110–6У по протоколу Modbus RTU

Мищенко Александр Константинович, студент;
Коваленко Марк Витальевич, магистрант
Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Ключевые слова: электропривод, контроллер, Modbus, модули ввода-вывода

В современных системах АСУТП широко применяются системы управления электроприводами на базе ПЛК.

Также в большинстве таких систем применяются инструменты визуализации технологического процесса, такие

как сенсорные панели. Компания ОВЕН смогла объединить ПЛК и сенсорную панель в одном устройстве — сенсорный панельный контроллер (СПК). СПК позволяет управлять приводами и различными модулями по протоколам Modbus RTU/ASCII/TCP, Owen через разъемы COM. Применение таких СПК также возможно в различных системах автоматизации [1–3].

В данной статье рассмотрен пример управления электроприводами шаровых кранов BELIMO серии LR (рисунок 1) [4] контроллером ОВЕН СПК207 с помощью модулей МУ110–6У и МУ110–8Р [5, 6] по протоколу Modbus RTU.

В статье рассматривается управление электроприводами серии LR с питанием от постоянного напряжения 24В, который имеет управляющий канал 0–10 В и канал обратной связи 0–10 В, помимо этого в работе используется электропривод с питанием от переменного напряжения 230 В, без канала обратной связи.

Для реализации проекта необходимо предварительно настроить адреса и параметры связи модулей в сети Modbus RTU с помощью программы конфигуратор Mx110 компании ОВЕН. Настройки параметров связи модулей приведены в таблице 1. У модуля МУ110–6У слейв адрес задан по умолчанию — 16. Модуль МУ110–8Р имеет слейв адрес 32.

Затем необходимо в меню — конфигураторе контроллера переключить используемый в работе COM — порт с RS-232 на RS-485 [8,9]. В рассматриваемом проекте используется COM — порт 3.

Далее в среде CoDeSys 3 [8] необходимо создать проект и добавить библиотеку Mx110_Drivers. Затем следует добавить COM — порт, Modbus Master и используемые в проекте модули ввода-вывода (рисунок 2), и после настроить их параметры связи аналогично данным в таблице 1.

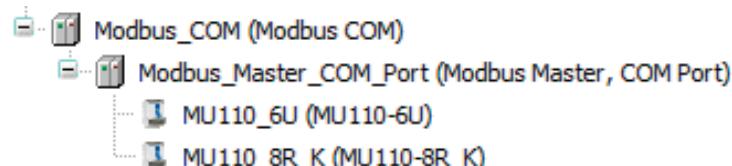


Рис. 1. Внешний вид электропривода шарового крана BELIMO серии LR

Таблица 1. Настройки параметров связи модулей ввода-вывода

Скорость обмена данными, кбит/с	9600
Контроль четности	Отсутствует
Информационные биты	8
Стоповые биты	1
Таймаут отклика, мс	100

Рис. 2. Настройка COM порта

Затем необходимо написать небольшую программу на контроллер и объявить соответствующие переменные для задания значений модулей. (рисунок 3) Программу напишем на языке CFC [7, 8, 9, 10, 12].

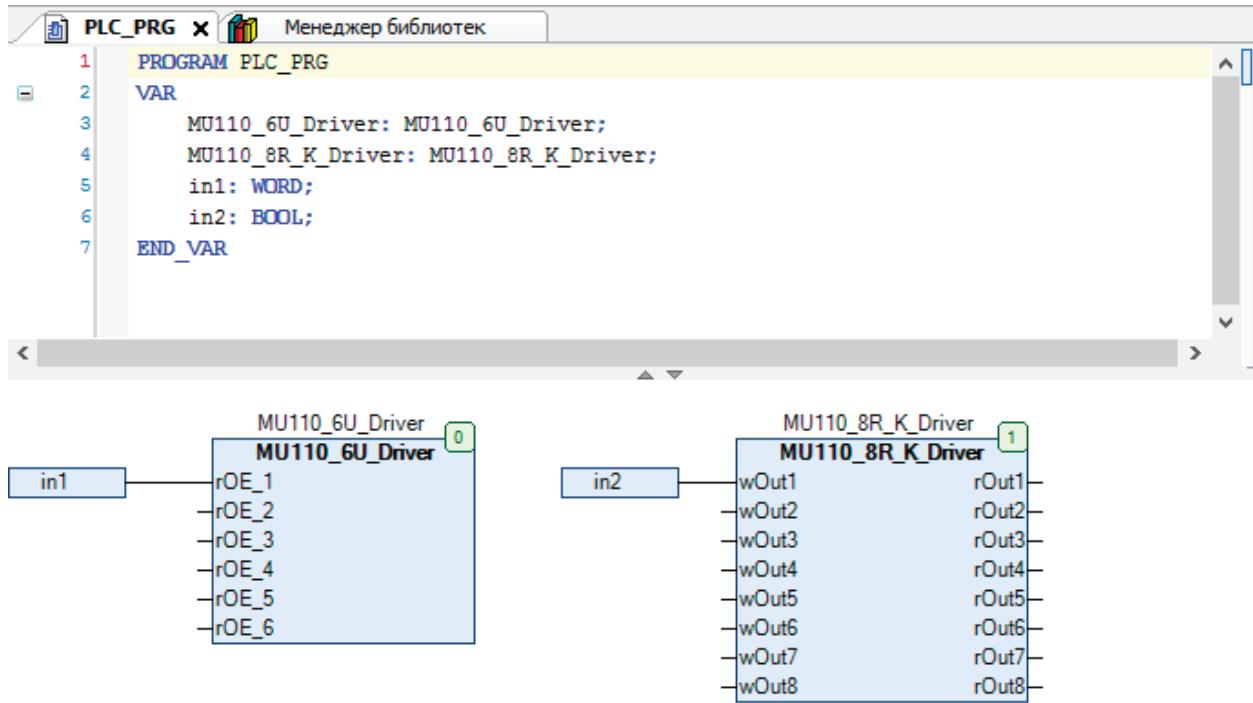


Рис. 3. Программа для СПК207 на языке CFC

После того, как программа написана следует подключить электроприводы шаровых кранов к модулям ввода-вывода согласно схемам подключения, которые приведены в руководствах по эксплуатации модулей и на рисунках 4, 5.

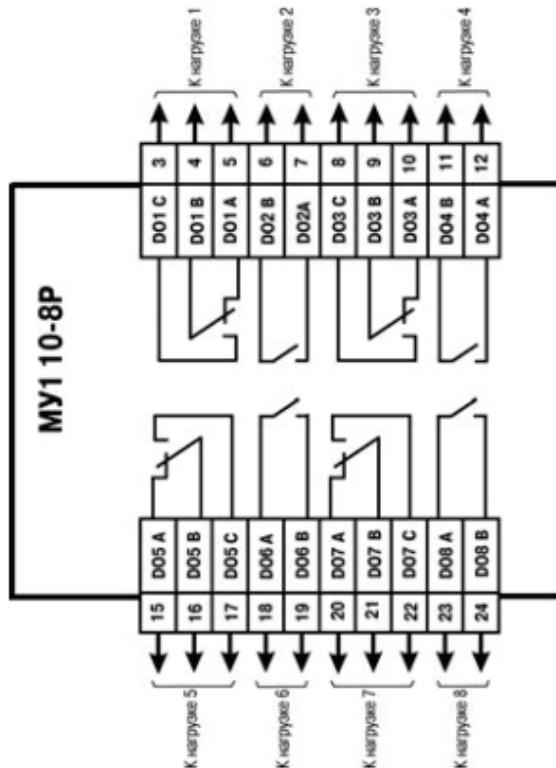


Рис. 4. Схема подключения к модулю МУ110-8Р

С помощью модуля МУ110–8Р будем управлять электроприводом шарового крана, который питается и управляет однофазным переменным напряжением 220 В. На рисунке 4 изображена схема подключения модуля. В рассматриваемом проекте к выходу DO1C модуля МУ110–8Р подключен управляющий канал соответствую-

щего электропривода шарового крана, а к выходу DO1B подключена фаза от сети 220 В. Помимо этого, на провода питания этого же электропривода необходимо подать однофазное переменное напряжение 220 В. При срабатывании реле замыкает контакты DO1B и DO1C, что приводит в действие электропривод.

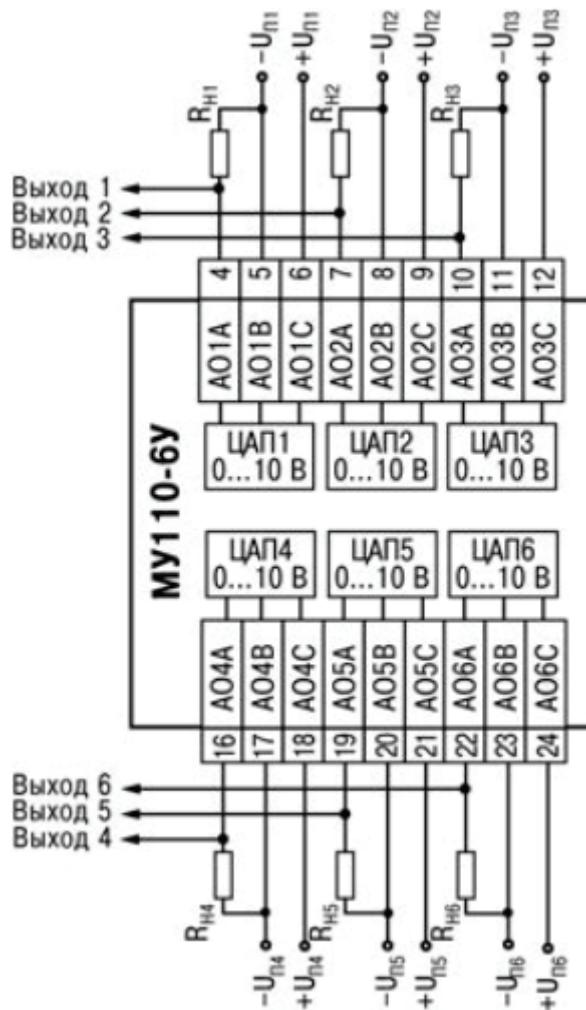


Рис. 5. Схема подключения к модулю МУ110–6У

С помощью модуля МУ110–6У будем управлять электроприводом шарового крана, который питается и управляет постоянным напряжением 24 В. На рисунке 5 изображена схема подключения модуля. В рассматриваемом проекте к выходу АО1В и АО1С модуля МУ110–6У подключен источник питания 24 В, а к выходу АО1А подключен управляющий канал соответствующего электропривода. Помимо этого, необходимо установить перемычку между выходами АО1А и АО1В. Подача на вход управляющего канала сигнала напряжения 0–10 В приводит в действие электропривод шарового крана.

Для наглядности создадим небольшую визуализацию процесса [11], приведенную на рисунке 6.

К белому прямоугольнику подвязываем переменную *in1*. Уставку будем задавать в процентах.

К кнопке *Открыть кран* необходимо подвязать переменную *in2*.

Далее подключаемся к контроллеру *Онлайн/Логин, Онлайн/Старт* и задаем значение степени открытия клапана в процентах для первого электропривода. Чтобы привести в действие второй электропривод необходимо нажать кнопку *Открыть кран*.

В заключении хотелось бы добавить, что достоинствами управления электроприводами шарового крана с помощью СПК являются:

1. Удобство работы с системой, благодаря наличию визуализации на панели контроллера.
2. Наличие в СПК 207 ПЛК позволяет расширять возможности АСУ ТП за счет добавляемых модулей и устройств управления.

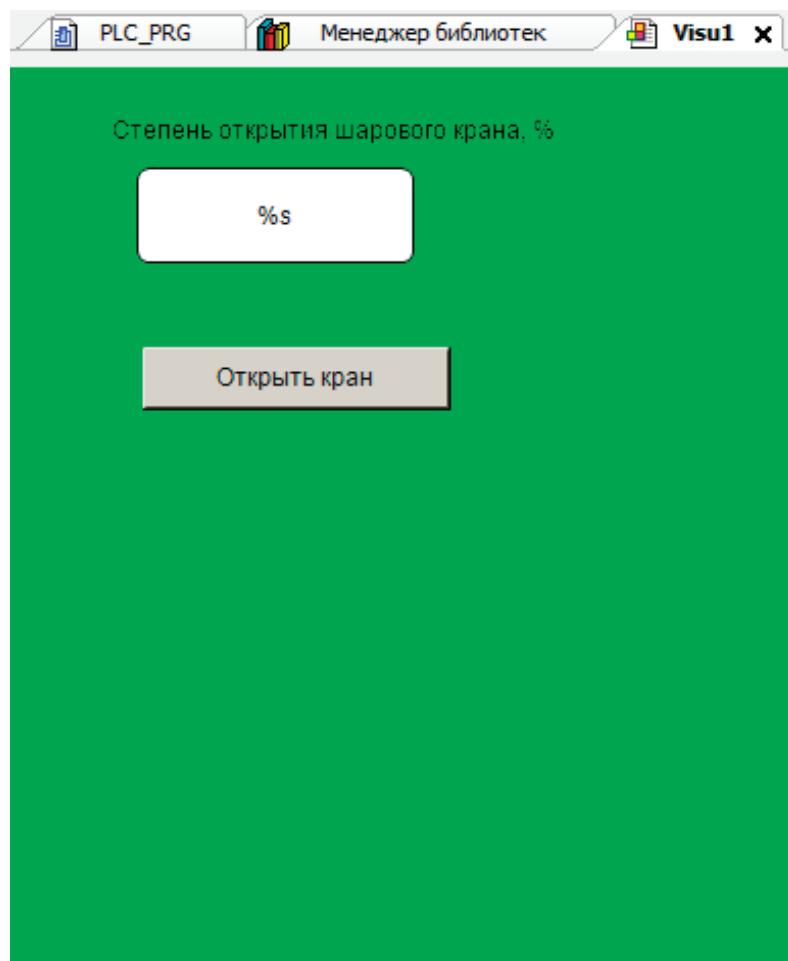


Рис. 6. Окно визуализации

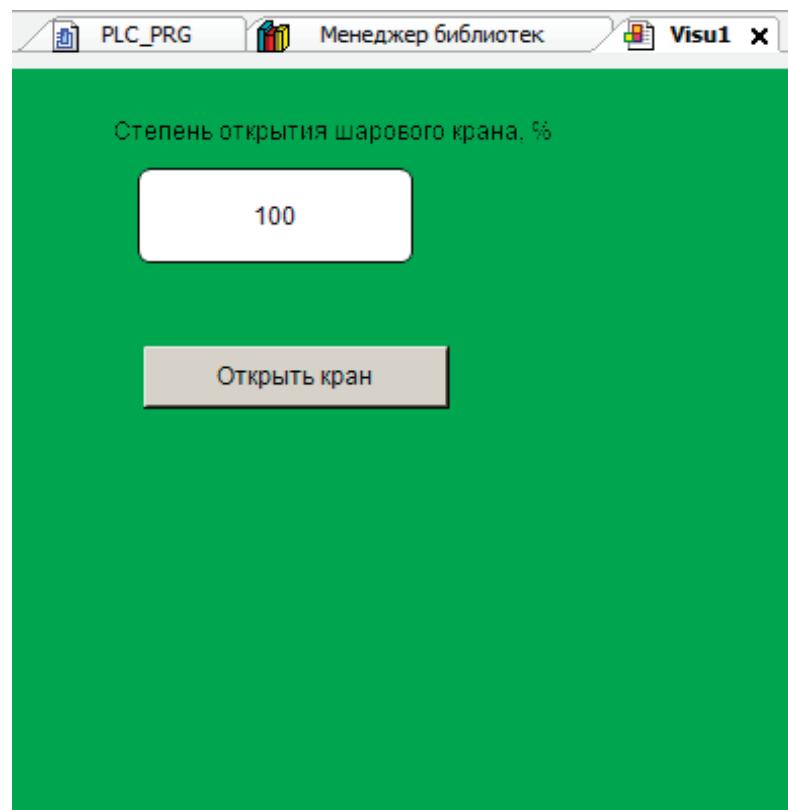


Рис. 7. Окно визуализации после подключения к контроллеру

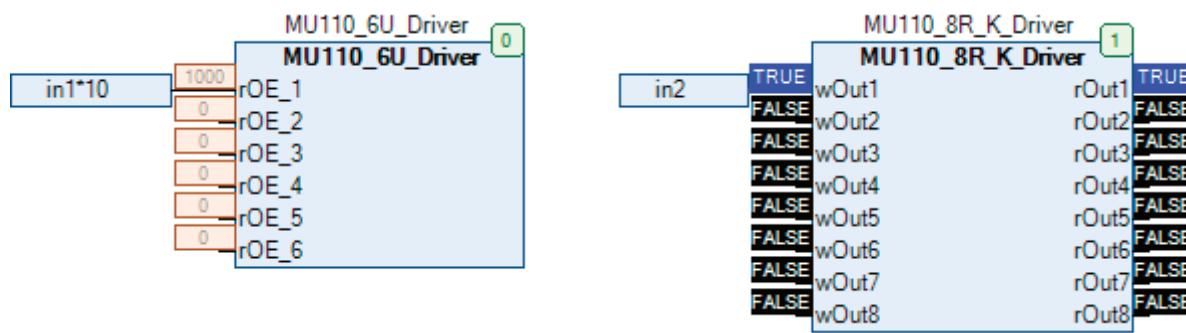


Рис. 8. Программа на языке СFC в режиме онлайн после включения электроприводов шарового крана

Литература:

- Ульянов, А. В., Коваленко М. В. Использование СПК207 для управления привода ОВЕН ПЧВЗ по протоколу Modbus RTU // Молодой учёный. — 2016. — № 5. — с. 86–92.
- Ульянов, А. В., Коваленко М. В. Управление шаговым двигателем с помощью NI MyRIO [Текст] // Технические науки: теория и практика: материалы III междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2016 г.). — Чита: Издательство Молодой учёный, 2016. — с. 43–46.
- Мищенко, А. К. Стенд для изучения современных технологий автоматизации / А. К. Мищенко, В. А. Егоров // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы докладов 46-й науч.-техн. конф., Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2016. — с. 401–402
- Устройства регулирования водяного потока belimo // Каталог продукции 2016. URL: http://www.belimo.ru/belimo_docs/New%20Folder/Каталог%20УСТРОЙСТВА%20РЕГУЛИРОВАНИЯ%20ВОДЯНОГО%20ПОТОКА%20BELIMO_2016_CD.pdf (дата обращения: 10.06.2016)
- Модули дискретного вывода МУ110–220.8Р, МУ110–24.8Р, МУ110–224.8Р, МУ110–220.8К, МУ110–24.8К и МУ110–224.8К, Руководство по эксплуатации // ОВЕН. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ. URL: http://www.owen.ru/uploads/re_mu110-8r_k_2125.pdf (дата обращения: 09.06.2016).
- Модули аналогового вывода МУ110–220.6У, МУ110–24.6У, и МУ110–224.6У, Руководство по эксплуатации // ОВЕН. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ. URL: http://www.owen.ru/uploads/re_mu110-6u_2123.pdf (дата обращения: 09.06.2016).
- СПК2xx Панель оператора программируемая с сенсорным экраном Руководство по эксплуатации // ОВЕН. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ. URL: http://www.owen.ru/uploads/re_spc2xx_1892.pdf (дата обращения: 09.06.2016).
- Руководство пользователя: CoDeSys V3, установка и первый запуск Редакция 3.0 // ОВЕН. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ. URL: http://ftp.owen.ru/index.html/CoDeSys3/11_Documentation/00_CODESYS/CoDeSys3run_v3.0.pdf (дата обращения: 09.06.2016).
- СПК Система версий ПО. Конвертация проектов // ОВЕН. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ. URL: http://ftp.owen.ru/index.html/CoDeSys3/11_Documentation/01_SPK/SPK_System_Version_v1.1.pdf (дата обращения: 09.06.2016).
- СПК ПЕРВЫЙ СТАРТ Руководство для начинающих пользователей // ОВЕН. Оборудование для автоматизации. URL: http://ftp.owen.ru/index.html/CoDeSys3/11_Documentation/01_SPK/SPK_First_start_v.0.8.pdf (дата обращения: 09.06.2016).
- СПК Визуализация Руководство для начинающих и продвинутых пользователей // ОВЕН. Оборудование для автоматизации. URL: http://ftp.owen.ru/index.html/CoDeSys3/11_Documentation/01_SPK/SPK_Visualization_v1.0.pdf (дата обращения: 10.06.2016).
- СПК FAQ // ОВЕН. Оборудование для автоматизации. URL: http://ftp.owen.ru/index.html/CoDeSys3/11_Documentation/01_SPK/SPK_FAQ_v.1.1.pdf (дата обращения: 10.06.2016).

Повышение параметров прочности и деформируемости песков стабилизованных вяжущими материалами

Нерозник Сергей Александрович, студент
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

В статье приведены краткие сведения о параметрах прочности песков и песков, укрепленных вяжущими материалами. Приведены результаты испытаний песков, укрепленных вспененным битумом и цементом.

Ключевые слова: дорожная конструкция, укрепленный грунт, песок, битум

Пески по сравнению с другими дисперсными грунтами имеют достаточно высокие параметры деформируемости, например модуль упругости песка среднего составляет 120 МПа, а у песка мелкого этот параметр равен 100 МПа. Рассматривая параметры сопротивления песков сдвигу, отметим, что при достаточно высоких углах внутреннего трения, сцепление песков невелико. Поэтому устойчивость песков к сдвигу хуже, чем у связных грунтов при их влажности близкой к оптимальной величине. Этот недостаток проявляется при расчете песчаных грунтов по традиционной методике [1], и еще более ярко при проверке условий пластичности, в которых касательные напряжения больше, чем у критерия Кулона–Мора, а прочность грунта во всех критериях характеризуется сцеплением. В этом несложно убедиться, выполнив расчет касательных напряжений по модифицированным условиям пластичности, опубликованным в работах [2–14], или произведя расчет безопасных давлений [15–21] по формулам, базирующимся на этих модифицированных критериях сопротивления сдвига.

В силу таких обстоятельств работы, направленные на развитие методов технической мелиорации грунтов, важны и актуальны для дорожной отрасли. Рассматривая методы, приводящие к повышению характеристик сопротивления сдвигу, укажем, что к ним можно отнести три группы способов: гидро-геомеханическая, геохимическая мелиорация и геотехническая мелиорация.

К методам гидро-геомеханической мелиорации грунтов относят их осушение и уплотнение. Следяя материалам работ [22–25] отметим, что снижение влажности и повышение плотности ведет к увеличению параметров прочности грунта, в том числе характеристик сопротивления сдвигу.

Методы геотехнической мелиорации грунтов основаны на армировании грунтов различными плоскими и объемными геосинтетическими материалами. В работах этого направления разрабатываются методы расчета грунтовых армированных конструкций [26–28] и способы их испытаний [29–30]. Армирование грунтов признают эффективным способом обеспечения деформационной устойчивости конструкции, но технология строительства таких конструкций требует большого объема ручного труда, что делает ее трудоемкой.

Методы геохимической мелиорации предусматривают укрепление грунтов различными вяжущими материалами. Такая мелиорация позволяет существенно увеличить параметры грунтов, а все технологические процессы механизированы. Достаточно сказать, что ресайклер-стабилизатор выполняет за один проход измельчение грунта, введение в него необходимого количества органического вяжущего или цементной суспензии, а также воды, смешивание вяжущего с грунтом, оставляя после прохода слоя, который нужно спланировать и уплотнить. Некоторые ресайклеры не имеют системы подачи под кожух фрезерно-смесивающего барабана цементной суспензии, в этом случае сухие порошкообразные вяжущие распределяют перед ресайклером (см. рис. 1), что также обеспечивает необходимое качество перемешивания.

Для успешного применения укрепленных грунтов в практике строительства дорог необходимо подобрать состав смеси, а для более верного проектирования определить параметры прочности и деформируемости рекомендованных составов. Эти задачи решаются лабораторными испытаниями. Поэтому в лаборатории нами готовились образцы укрепленных грунтов. Для этого песок требуемого государственным стандартом гранулометрического состава смешивали с цементом до получения смеси однородного состава (см. рис. 2). После чего в сухую цементопесчаную смесь вводили воду и перемешивали вновь до однородной консистенции (см. рис. 3).

После перемешивания цементопесчаной смеси с водой ее подавали в тару, с горячим битумом, масса которого была заранее дозирована. Перемешивание выполняли миксером. В результате получали песчаную смесь, укрепленную комплексным вяжущим. Из смеси формировали образцы, которые испытывали на предмет соответствия всем требованиям действующих государственных стандартов. Если образцы не отвечали требованиям нормативных документов, то состав браковали. В других составах изменяли дозировку вяжущего, увеличивая содержание цемента или битума. Образцы испытывали односторонним сжатием (см. рис. 4).

Результаты определения пределов прочности песков, укрепленных комплексным вяжущим приведены в табл. 1.

Из анализа табличных данных следует, что по показателям прочности все 4 состава удовлетворяют требования ГОСТ 30491–2012 [31] и могут быть применены при



Рис. 1. Укрепление грунтов минеральным вяжущим при его распределении перед ресайклером-стабилизатором



Рис. 2. Присоединение цемента М400 к песку требуемого зернового состава



Рис. 3. Приготовление увлажненной цементопесчаной смеси



Рис. 4. Одноосное сжатие образца из укрепленного песка при помощи разрывной машины AI-7000 LA 10 в составе измерительно-вычислительного комплекса «GOTECH»

Таблица 1. Результаты испытаний разных составов песка, укрепленного комплексным вяжущим

№ со-става	Содержание вяжущего, % от массы песка		Требуемые ГОСТ 30491–2012 [31] зна-чения не менее, МПа			Фактические значения, МПа		Соответствие ГОСТ 30491–2012 [31]
	Вспененный битум БНД 90/130	Портландцемент M400	R ₂₀	R ₅₀	R _{w20}	R ₂₀	R _{w20}	
1	6	7	1,5	—	1,0	1,61	1,21	Соответствует
2		8	1,5	—	1,0	1,77	1,32	Соответствует
3		9	1,5	—	1,0	1,86	1,37	Соответствует
4		10	1,5	—	1,0	1,90	1,40	Соответствует
Применяемый минеральный материал								
Наимено-вание	Содержание в%	Зерновой состав (Остатки на сите с отверстиями, мм)% от массы						
Песок очень мелкий	100	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
		-	0,27	1,93	12,17	45,71	82,87	87,34

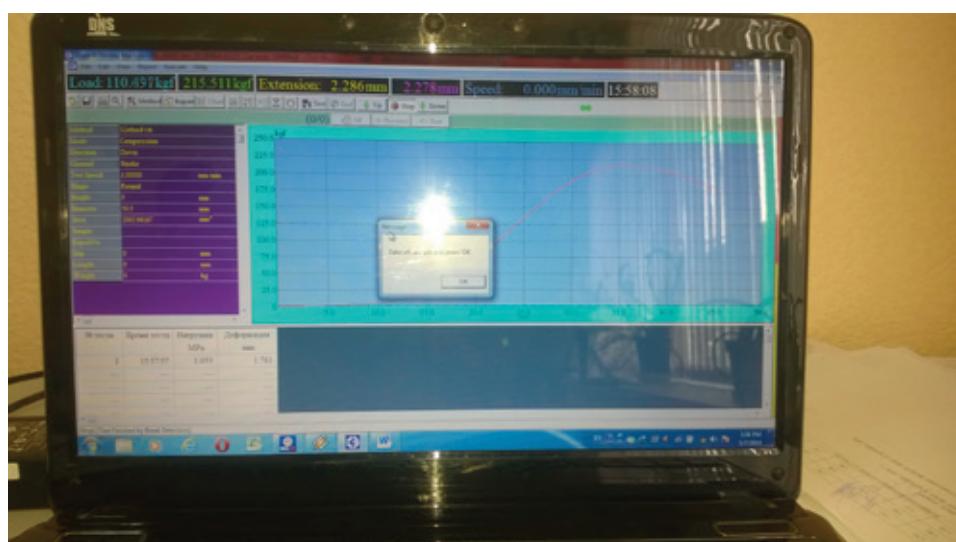


Рис. 5. Зависимость деформации от усилия, передаваемого на образец укрепленного грунта

строительстве оснований дорожной одежды. Для определения модуля упругости нами использовались опытные зависимости вертикальной деформации цилиндрического образца от давления при его сжатии (см. рис. 5).

Безусловно, что вычисленные значения параметров прочности и деформируемости песка, укрепленного комплексным вяжущим по результатам испытаний оказываются точнее данных регламентируемых документом [1]. Поэтому автор в своей квалификационной работе использовал

данные лабораторных опытов по определению параметров прочности и деформируемости песков, укрепленных цементом марки М400 и битумом. Эти данные использованы при расчете конструкции дорожной одежды по всем критериям прочности, регламентируемым нормативом [1]. Для принятой конструкции дорожной одежды разработана технологическая схема ее строительства, которая может быть применена в проекте производства работ строительства одного из участков автомобильной дороги Надым—Салехард.

Литература:

1. ОДН 218.046—01. Проектирование нежестких дорожных одежд. — М.: ГСДХ Минтранса России, 2001. — 146 с.
2. Александров, А. С., Калинин А. Л. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Часть 1. Учет деформаций в условии пластичности Кулона — Мора // Инженерно-строительный журнал. — 2015. № 7 (59). — с. 4–17.
3. Александров, А. С., Долгих Г. В. Калинин А. Л. Модификация критериев прочности сплошной среды для расчета грунтов земляного полотна по сопротивлению сдвигу // В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ». — Омск: СибАДИ, 2013. — с. 228–235.
4. Александров, А. С., Долгих Г. В., Калинин А. Л. Применение критерия Друкера — Прагера для модификации условий пластичности // Наука и техника в дорожной отрасли. — 2013. № 2. — с. 26–29.
5. Батырова, В. В. Применение третьей теории прочности и сопротивления недренированному сдвигу для расчета безопасных давлений на земляное полотно // Молодой ученый. — 2016. — № 11.
6. Чусов, В. В. Перспективы применения эмпирических условий пластичности грунтов и определение их параметров при трехосных испытаниях грунтов Вестник ВолГАСУ. — 2015. № 42 (61). — с. 49–57.
7. Александров, А. С. Трехпараметрическое условие пластичности Кулона—Мора. Часть 1. Вывод критерия. // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016. — с. 50–54.
8. Александров, А. С. Трехпараметрическое условие пластичности Кулона—Мора. Часть 2. Круги предельных напряжений. // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016. — с. 54–59.
9. Александров, А. С. Трехпараметрическое условие пластичности Кулона—Мора. Часть 3. Определение параметров материала. // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016. — с. 59–64.
10. Калинин, А. Л. Способ модификации условий пластичности // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016. — с. 59–150.
11. Калинин, А. Л. Совершенствование расчета касательных напряжений в дорожных конструкциях. Часть 1. Модификация критерия Писаренко-Лебедева и его применение при расчете касательных напряжений // Молодой ученый. — 2016. — № 6 (110). — с. 108–114.
12. Калинин, А. Л. Применение модифицированных условий пластичности для расчета безопасных давлений на грунты земляного полотна. // Инженерно-строительный журнал — 2013. № 4 (39). — с. 35–45.
13. Александров, А. С., Долгих Г. В. Калинин А. Л. Один из путей совершенствования расчета дорожных одежд по условию сопротивления сдвигу в грунте земляного полотна // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. — Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2013. — с. 9–22.
14. Александрова, Н. П., Семенова Т. В., Долгих Г. В. Совершенствование моделей расчета главных напряжений и девиатора в грунте земляного полотна // Вестник СИБАДИ. — 2014. — № 2 (36). с. 49–54.
15. Александров, А. С., Долгих Г. В., Калинин А. Л. О допускаемых давлениях на грунты земляного полотна и слои дорожной одежды // Наука и техника в дорожной отрасли. — 2012. № 2. — с. 10–13.
16. Долгих, Г. В. Расчет грунтов земляного полотна по критерию безопасных давлений // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2013. — № 6 (34). — с. 43–49.
17. Долгих, Г. В. Расчет нежестких дорожных одежд по критерию безопасных давлений на глинистые грунты земляного полотна // Автореф. Дис. канд. техн. наук. — Омск: СибАДИ. — 2014. — 20 с.
18. Долгих, Г. В. Применение критерия безопасных давлений для расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна // // В сборнике: Политранспортные системы материалы VIII Меж-

- дународной научно-технической конференции в рамках года науки Россия — ЕС. Новосибирск: СГУПС, 2015.— с. 176–182.
19. Долгих, Г. В. Применение безопасного давления в качестве критерия расчета земляного полотна по сдвигу в грунте // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016.— с. 113–117.
 20. Александров, А. С. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Том Часть 1. Состояние вопроса.— Омск: СибАДИ, 2015.— 292 с.
 21. Александров, А. С. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Том Часть 2. Предложения.— Омск: СибАДИ, 2015.— 262 с.
 22. Семенова, Т. В., Долгих Г. В., Полугородник Б. Н. Применение Калифорнийского числа несущей способности и динамического конусного пенетрометра для оценки качества уплотнения грунта // Вестник СибАДИ, 2014, № 1 — с. 59–66.
 23. Александрова, Н. П., Троценко Н. А. Применение измерителя жесткости грунта Geogauge для оценки качества уплотнения при операционном контроле // Вестник СибАДИ.— 2014.— № 3 — с. 40–47.
 24. Александрова, Н. П., Семенова Т. В. Совершенствование методов экспресс контроля уплотнения грунтов в земляном полотне лесных дорог. Часть 1. Обобщающая математическая модель // Международный научно-исследовательский журнал — 2016.— № 6. Статья в печати.
 25. Александрова, Н. П., Семенова Т. В., Стригун К. Ю. Совершенствование методов экспресс оценки качества уплотнения грунтов земляного полотна строительства автомобильных дорог / Н. П. Александрова, // Вестник СибАДИ.— 2015.— № 4.— с. 46–57.
 26. Meyer, N. Elias, J. M. Design methods for roads reinforced with multifunctional geogrid composites for sub-base stabilization. // German Conference on Geosynthetics, Technical University Munich. 1999.— Pp. 1–8.
 27. Benjamin, C. V. S., Bueno B., Zornberg J. G. Field monitoring evaluation of geotextile-reinforced soil retaining walls. // Geosynthetics International Journal.— 2007.April, Vol. 14, No. 2.— Pp. 100–118.
 28. Hu, Y. C., Zhang Y. M. Analysis of Load-Settlement Relationship for Unpaved Road Reinforced with Geogrid // First International Symposium on Geotechnical Safety & Risk Oct. 18~19, 2007.— Pp. 609–615.
 29. Leng, J. Characteristics and Behavior of Geogrid-Reinforced Aggregate under Cyclic Load. // A Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy.— 2002.— 152 p.
 30. Mounes, S. M. at all. An overview on the use of geosynthetics in pavement structures // Scientific Research and Essays. 2011.— Vol. 6 (11).— Pp. 2234–2241.
 31. ГОСТ 30491–2012 Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия.

Основные требования к оборудованию влажно-тепловой обработки на швейных предприятиях

Нутфуллаева Лобар Нуруллаевна, научный исследователь;
 Казакова Мамлакат Абдумажидовна, ассистент;
 Алимов Суннат Раджабович, бакалавр
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В статье рассмотрены цель, средства и технологические эффекты влажно-тепловой обработки текстильных материалов; характеристики оборудования для влажно-тепловой обработки одежды; факторы, влияющие на выбор оборудования. Освещены, технологические возможности оборудования для ВТО (влажно-тепловой обработки). Даны рекомендации по выбору оборудования для конкретных условий ВТО одежды.

Диапазон воздействия ВТО на текстильные материалы достаточно широк и включает операции, связанные с локальным воздействием по линии, площади и объему полуфабриката. ВТО осуществляется посредством гладильных прессов, утюжильных столов, установок для склеивания, электрических, паровых и электропаровых

утюгов путем воздействия на ткань влаги, тепла и деформирующих сил.

Операции ВТО занимают значительную часть трудоёмкости изготовления одежды, что свидетельствует о большой значимости их в швейном производстве. Кроме того, эти операции имеют определяющие значения для

достижения хорошего внешнего вида изделия (товарного вида). В ткацком производстве постоянно производится новые виды материалов для одежды. Чтобы получить высококачественное изделие нужно просмотреть новые режимы и приемы выполнения влажно-тепловой обработки.

Появление в последнее время новых материалов вызывают необходимость в новых режимах и приемах выполнения влажно-тепловой обработки для высококачественного изготовления изделий [2]. Выполнение влажно-тепловой обработки изделий в новых режимах, в свою очередь, потребовало разработки и появления на рынке нового оборудования и средств технологической оснастки.

Нам известно, что основными параметрами влажно-тепловой обработки являются температура (°С), давление рабочих инструментов (кПа), время воздействия рабочих инструментов (с). Выбор параметров влажно-тепловой обработки зависит от волокнистого состава, плотности, цвета, вида поверхности, отделки материалов, из которых изготовлены изделия. Параметры должны удовлетворять требованиям оптимальности, реальной достижимости на данном предприятии и экономическим требованиям.

Требование оптимальности означает выбор такого сочетания параметров в определенных их диапазонах, которое дает лучшие результаты обработки изделий. В зависимости от мощности швейного предприятия, перерабатываемых материалов и ассортимента продукции потребность в оборудовании для ВТО варьируется в широких пределах — от использования единичных, наиболее простых видов (чаще всего утюгов) до комплектов, включающих все виды оборудования, предназначенных для проведения операций внутрипроцессной и окончательной ВТО. В настоящее время комплектное оснащение разработано для потоков, выпускающих массовые виды одежды: пальто, пиджаки, брюки, сорочки, платья, блузки. Существует целая группа видов одежды, качественное изготовление которых без ВТО невозможно, например пиджак из шерстяной ткани. Последние модели оборудования для ВТО оснащены компьютерными программными средствами, позволяющими проводить обработку по любой из имеющихся программ, число которых может достигать 100, включая и программы диагностики. Такие средства значительно облегчают выбор рациональных сочетаний параметров ВТО и открывают возможность централизованного управления его режимами на всех операциях.

Экономия энергии стала также движущим фактором в совершенствовании оборудования для ВТО одежды. Фирмы-производители предлагают новое поколение оборудования, которое потребляет на 30...40% энергии меньше, чем ранее выпускавшееся [1].

В швейном производстве применяют следующее оборудование для влажно-тепловой обработки: утюги (электрические и паровые нагревом), утюги специального назначения для разутюживания конкретных узлов, утюжильные столы, фальцовочные прессы, манекены, паро-

генераторы, отпариватели, разные прессы, карусельные машины для межоперационной и заключительной ВТО сложных видов швейных изделий (карусели).

К прессам межоперационной и окончательной отделки относят различного типа оборудование, являющиеся, как правило, основными частями линий ВТО крупных специализированных предприятий изготовления одежды [2].

К такому виду оборудования можно отнести, например, серию гладильных машин фирмы INDUPRESS (Германия) — это самые различные машины и карусели для межоперационного и заключительно утюжения правой и левой частей спинки, боковых частей и полочек мужских пиджаков; воротников и лацканов; для брюк; и др. В состав линии могут входить различные столы для разутюживания швов на пиджаках или брюках, карусели для глажения кромок пиджаков и другое специализированное оборудование. Линии обеспечивают высокое качество ВТО, стоят сравнительно недорого и могут использоваться только в условиях массового изготовления одежды.

В настоящее время для ручной влажно-тепловой обработки применяются следующие виды утюгов: электрические, паровые, электропаровые и пароэлектрические. Форма утюгов и нагревателей выбирается в зависимости от цели их применения [3]. В электрических утюгах электрическая энергия превращается в тепловую энергию. Электрические утюги подразделяют в зависимости от массы. Паровые утюги применяют для обработки изделий из шерстяных материалов. Электропаровые утюги объединяют в себе обоих предыдущих типов. Количество пара регулируется при помощи магнитного или электрического клапана. Пароэлектрические утюги позволяют экономить энергию на предприятиях или в ателье. Ручной способ глажения был усовершенствован путем создания гладильных досок и столов. Наиболее широко на швейном рынке представлены гладильные столы и утюги таких фирм, как «ГЕРАН люкс», немецкой фирмы «Файт» турецкой фирмы «Malkan» и др. В комплекте с мобильными малогабаритными парогенераторами, оснащенными датчиками температуры, помпой для автоматической подкачки воды, давления и уровня воды. В целях сокращения продолжительности операций и повышения их качества, фирмы предполагает в своих новых, конкурентоспособных оборудований ввести программное управление работой стола и кнопкой утюга. Наличие в столах для глажения основного блока с отсосом, подачей воздуха и регулированием высоты обеспечивает высокое качество глажения, сушку и быстрое охлаждение полуфабриката. Интенсивность отсоса и подачи воздуха регулируется с помощью червячного редуктора (столы «Vazioiset» фирмы «Veit», Германия), или электронного программного устройства, включаемого кнопкой на утюге (столы «Multiflex» фирмы «Sussman», Великобритания).

Практически все модификации столов оснащены устройствами разных конструкций, позволяющими гладить

без усилий и работать с утюгом, не испытывая неудобств, в любой точке гладильной поверхности [2].

Гладильные операции с использованием утюга выполняют вручную. В швейной промышленности применяют утюги различного веса и размера с нагревательными элементами из металлов с высоким сопротивлением электрическому току и утюги с увлажнением полуфабриката паром. При использовании утюгов с нагревательного элемента полуфабрикат увлажняется с водой помошью пульверизатора, а при помощи пара, пар выходит обычно, гладильной поверхности, чаще на небольшом участке в зоне носика утюга, высверливают отверстия. В подошве утюга имеется небольшая камера пропаривания, в которую с помощью шланга подводят пар, это управляется с помощью электронной приставкой, и отсос от стола. Современные утюги имеют высокопрочную металлическую подошву из легированной стали (в комплекте с вкладышами) и тефлоновые насадки. Насадки бывают белого или синего цветов, которые обеспечивают сохранение сухого высокотемпературного пара и снижают контактную температуру с обрабатываемым полуфабрикатом примерно выше 250°C.

К наиболее современным решениям гладильных машин в зависимости от конструкции различаем, карусельные прессы, паровоздушные манекены и туннельные установки для окончательного глажения. Гладильные машины могут быть оснащены электронными программными устройствами на базе микропроцессоров (фирма Macri, Италия), возможна подача сжатого воздуха из нижней подушки (фирмы Hoffman, INDUPRESS (Германия)).

В последние годы довольно широко распространение в швейной промышленности получили паровоздушные манекены, используемые для отделочной утюжки многих швейных изделий. Манекены, обеспечивающие высокую производительность труда и оборудования, а также качество выполнения операции полуфабриката в рабочей зоне. Питание машины полуфабрикатом и его ориентация производится рабочим. Манекены состоят из гладильного агрегата, к которому прикреплен мешок, по форме примерно соответствующий форме обрабатываемого изделия. Мешок [3] изготовлен из быстровысыхающей синтетической ткани. Глажение разных участков из-

делия, например, спинки, полочек, рукавов, плечевого пояса и подкладки осуществляется в течение одной операции. Подъем манекена, подачи пара, давление горячего и холодного воздуха и другие операции управляются установленным микропроцессором.

Туннельные установки для заключительного глажения изделий из легких и средних по массе тканей и трикотажных полотен имеют модульную конструкцию позволяющие обрабатывать паром изделия в подвешенном состоянии на конвейере, либо как гладильные карусельные прессы. Машина разделена на камеры. В одной из них изделие надувается и приутюживается, во второй — охлаждается. Основной вариант установки состоит из двух камер. Движения транспортера, температура, количество воздуха в камере сушки, количество пара в камере увлажнения регулируются микропроцессором.

Анализ оборудования для ВТО, характеризуется некоторыми особенностями: занимает относительный большой объем производственных площадей; высокое энергоемкостью; ориентированием на серийного производства; контактными методами нагрева. Вместе с этим, в оборудовании ВТО невозможно быстрое и комплексное регулирования всех параметров обработки.

В современном швейном производстве, выросла доля малых предприятий, серийное производство сократилось, чтобы получить хорошую формуустойчивость при производстве швейных изделий применение kleевых материалов увеличилось, при использовании полуавтоматов и автоматов сокращен технологический цикл производства.

К оборудованию ВТО предъявляют следующие требования: разработку адаптивных систем автоматического регулирования режимов ВТО, можно было изменять через датчики и регуляторы свойства этого полуфабриката; использовать при изготовлении мужской, женской и детской одежды разработать быстросъемного рабочего органа универсального оборудования; нижние цены для оборудования ВТО ориентированные для средних и малых швейных предприятий.

Одно из основных сложных многофакторных задач — это правильный выбор оборудования для ВТО, при решении которой приходится учитывать производственные, технологические, экономические требования и желаемый уровень качества готовой одежды.

Литература:

1. В. Е. Кузьмичев, Н. Г. Папина Оборудование для влажно-тепловой обработки одежды. М.: Издательский центр «Академия», 2011
2. <http://www.allbest.ru>
3. Мотейл, В. Машины и оборудование в швейном производстве. М.: Легпромбытиздан 1986

Утюжильная обработка швейных изделий и технологическая характеристика утюгов

Нутфулаева Лобар Нуруллаевна, научный исследователь;
Казакова Мамлакат Абдумажидовна, ассистент;
Насриев Хаёт, бакалавр
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В статье рассмотрены утюжильные обработки швейных изделий, история и развития технологических утюгов. Освещены, технологические возможности современных утюгов. Даны рекомендации по выбору утюгов для конкретных условий влажно тепловой обработке деталей одежды.

Под влажно-тепловой обработкой швейных изделий понимают специальную обработку деталей или изделия влагой, теплом и давлением с помощью специального оборудования. Влажно-тепловая обработка может проводиться в процессе обработки изделий (внутрипроцессная) на утюжильном столе с помощью пароэлектрического утюга и при отделке готовой продукции (окончательная) на специальных столах, прессах или на паровоздушных манекенах. От нее во многом зависит качество изделия. В основном ее применяют для придания объемно-пространственной формы деталям изделия, обработки различных швов, окончательной отделки и соединения деталей kleевым методом.

Влажно-тепловая обработка швейных изделий — этот способ формования швейных изделий наиболее давним. Однако если раньше гладильные устройства работали с прямым и косвенным нагревом, то в настоящее время устройства нагреваются при помощи электричества или пара, причем оба способа нагрева можно комбинировать. Утюги, применяемые чаще всего для разглаживания труднодоступных участков полуфабриката. Они имеют электрический или паровой обогрев.

Частный музей предпринимателя Андрея Воробьёва в городе Переславле-Залесском, который посвящён истории бытовых утюгов. Музей утюга открылся 29 июня 2002 года. В музейной коллекции более 200 утюгов. На первом этаже музея находится сувенирный магазин, на втором — выставлены утюги. Центральная полка посвящена семи основным типам утюгов: нагревательный, с чугунной нагревательной серединой, угольный утюг, паровой утюг, спиртовой утюг, газовый утюг, электрический утюг [1].

Ранние модели электрических утюгов не имели регулировки температуры, нагревательный элемент в них был включён в сеть постоянно. Необходимо было контролировать момент, когда подошва утюга достаточно нагреется, и отключать его от сети.

В современных подошвах утюгов обычно используется термостат на основе биметаллической пластины. Пластина позволяет приблизённо задавать требуемую температуру. В некоторых моделях утюгов используют димеры. Шкала регулятора часто размечена символами. Также, вместо биметалла в утюгах используется элек-

тронный датчик температуры, и управление происходит с помощью электронной платы, которая также отслеживает положение утюга и отключает нагрев в случае превышения установленного временного интервала и это обеспечивает пожаробезопасность помещения. Также в некоторых утюгах используют специальную насадку для деликатных тканей, которая позволяет гладить такие ткани, как шёлк, синтетика и другие.

Подошва — это основная рабочая орган каждого утюга. Подошва изготавливается из чугуна, который мало подвергается коррозии и имеет толщину 15–20 мм для накопления тепла, так как его расход при глажении сильно изменяется. поверхность подошвы шлифуется и полируется чтобы обеспечить утюгу лучшего перемещения по ткани.

На швейных предприятиях применяют электрические утюги со спиральным нагревательным элементом, который закладывается в фарфоровых бусах в канаки (лабиринт) подошвы утюга. Для теплоизоляции сверху нагревательного элемента укладывается асBESTовая прокладка. Она прижимается к подошве чугунной прокладкой и завертывается гайками. Крышка утюга расположенней на ней выводными контактами закрепляется на шпильках подошвы. Контакты изолируются от крышки микалитом и асBESTом. В настоящее время выпускаются утюги с трубчатым электронагревательным элементом (ТЕН), который представляет собой стальную трубку с электронагревательной спиралью внутри нее. Для теплоизоляции спирали трубка заполняется кристаллической окисью магния (периклазом) которая обладает хорошей теплопроводностью. Элемент заливается расплавленным металлом в подошву утюга.

Для изготовления различных видов одежды на заводы выпускают утюги, разные по массе, размерам подошвы и мощности. Масса утюгов: для глажения белья и женских платьев — 4 кг, костюмов и других изделий из костюмных и хлопчатобумажных одежных тканей 6 кг, пальто из драпа, сукна-8 кг. Размеры подошвы утюгов от 200x110 до 265x125 мм, мощность 550–1500 Вт.

Утюги имеют электронагревательные элементы для напряжения тока 220 В. В связи, с этим, рабочий должен быть защищен от поражения током согласно правилам техники безопасности: все токопроводящие контакты и рубильник

для включения утюга должны быть закрыты; изоляция шнура (электропровода) должна быть в полной исправности; шнур должен идти от стойки и подтягиваться пружиной, чтобы он не касался утюга и поверхности рабочего стола; под ногами рабочего должен быть деревянный настил на электроизоляторах или резиновый коврик; подставка, на которую ставят утюг, должна быть электроизолирована.

Для регулирования температуры подошвы утюга служит терморегулятор. Точность работы терморегулятора 3–5%, но как подошва утюга имеет большую тепловую инерцию, колебания температуры гладильной поверхности составляет 10%. Изгибание биметаллической пластинки и перемещение контактов происходит медленно, контакты искрят, подгорают и терморегулятор выходит из строя. Поэтому контактами терморегулятора размыкается цепь нагревательного элемента утюга через промежуточное реле, снегающее, силу тока при размыкании контактов до 0,1А. Вместо этого для устранения подгорания контактов применяют, так называемые «прыгающие», или моментные, контакты, размыкающие цепь нагревателя утюга с помощью пружин примерно так же, как в выключателях световой сети. Для лучшего регулирования температуры утюги с терморегулятором имеют мощность 1000–1500 Вт (утюги без терморегулятора 550–950 Вт).

В зависимости от вида ткани и режима гладжения температура нагревания гладильной поверхности при выполнении различных влажно-тепловых операций устанавливается от 140–220°С. Гладжение выполняют на столе или специальных колодках, гладжения, поверхность которых покрыта утюжильной прокладкой из сукна и льняной ткани.

Кроме электрических утюгов, применяют электропаровые и паровые утюги, а также утюжильные столы с подогревом их гладильной поверхности и отсосом пара. Электропаровой утюг также имеет трубчатый электронагреватель с терморегулятором. На подошве утюга находятся отверстия, через которые выходит пар. Пар к утюгу поступает по резиновому шлангу. Чтобы подать пар в отверстия подошвы, надо нажать пальцем на кнопку клапана, перекрывающего поступление пара из резинового шланга.

Паровой утюг нагревается паром, поступающим от парогенератора через резиновый шланг в камеру подогрева подошвы. Этот пар используется также для пропаривания ткани [2].

Современный утюг с пароувеличителем. Примеры (взяты из инструкций на соответствующие приборы табл. 1 и 2):

Таблица 1. «Electricflat-ironsYTtype», Russia

СИМВОЛ	ТЕМПЕРАТУРА, °С
0	75...115
0o	105...155
0oo	145...205

Таблица 2. Электроутюг завода Большевик (завод), Ленинград

СИМВОЛ	МОЖНО ГЛАДИТЬ:	ТЕМПЕРАТУРА, °С
0	Капрон, нейлон, лавсан	60...90
00	Шёлк, искусственный шёлк, шерсть с лавсаном	100...130
000	Шерсть, хлопок, лён с лавсаном, лён	160...200
V	С отпариванием	130...160

В последнее время всё чаще стали появляться утюги с электронной системой контроля температуры подошвы. Такая система позволяет более точно контролировать температуру подошвы утюга. Современные утюги оснащены функциями увлажнения, на которые тоже следует обратить внимание. Обычно применяются два вида увлажнения: можно распылять воду на тот участок ткани, по которому через секунду проедет утюг, или подавать горячий пар через отверстия в подошве [3].

В настоящее время на швейных предприятиях и домашних условиях широко используются утюги с электрон-

гревательными элементами, терморегуляторами, паровыми увлажнителями полуфабриката или одежды, некоторые современные утюги обладают противокапельные системы. Значительно повышается производительность труда при гладжении утюгами при оснащении рабочего места утюжильщиц современными автоматизированными и вспомогательными средствами. Применение специальных и универсальных колодок, индивидуальных парогенераторов, вакуум — аппаратов, оборудованных аппаратурой автоматического управления, позволяет повысить качество гладжения и создает благоприятные условия труда.

Литература:

1. Торговая газета. 30 июня 2006 года

2. А. В. Савостицкий, Е.Х Меликов «Технология швейных изделий» 1982 г.
3. Утюг // Краткая энциклопедия домашнего хозяйства. — М.: Государственное Научное издательство «Большая Советская энциклопедия», 1959.

Проблемы информационной безопасности при использовании ERP-систем

Оладько Владлена Сергеевна, кандидат технических наук, доцент;
Белозёрова Ангелина Андреевна, студент;
Микова Софья Юрьевна, студент;
Нестеренко Максим Алексеевич, студент
Волгоградский государственный университет

Обозначена актуальность использования ERP-систем в деятельности современного предприятия. Выделены основные функции ERP-систем и категории данных обрабатываемых ими. Проанализирована проблема нарушения информационной безопасности в ERP-системе. Составлена модель воздействия злоумышленника на уровни архитектуры ERP-системы. Сделан вывод о необходимости оценки рисков информационной безопасности при использовании ERP-системы и применении превентивных механизмов защиты от угроз.

Ключевые слова: ERP-система, риск, угроза, защита информации, злоумышленник, атака

Сегодня главным условием стабильного функционирования компании на рынке становится совершенствование процедур организационно-экономического управления, в том числе и при использовании информационных технологий. В частности, на базе современных компьютерных технологий создано поколение систем управления, именуемое ERP (Enterprise Resource Planning — планирование ресурсов предприятия, то есть системы управления ресурсами). Компоненты ERP-системы содержат критичную для деятельности организации информацию, конфиденциальность, целостность и доступность которой имеют огромное значение. Именно по этой причине каждое звено ERP-системы должно быть надежно защищено, так как негативное внешнее или внутреннее воздействие на любой ее участок может иметь самые серьезные последствия для деятельности всей организации.

Основными сферами применения ERP-систем являются промышленные предприятия, торговые компании, финансовые и бытовые услуги, машиностроение, строительство, металлургия, область фармацевтики и медицины. Таким образом, можно сделать вывод, что ERP-системы наиболее востребованы в крупных организациях и отраслях, где требуется координировать работу большого количества подразделений и умело планировать использование всех имеющихся ресурсов.

Современные ERP-системы обеспечивают выполнение всех самых основных функций и бизнес-процессов предприятия. В их основе лежит принцип создания единого хранилища данных, содержащего всю корпоративную бизнес-информацию и обеспечивающего одновременный доступ к ней любого сотрудника, наделённого соответствующими полномочиями.

ERP-системы построены по модульному принципу, что дает заказчику возможность выбора и внедрения лишь тех

модулей, которые ему действительно необходимы. Модули разных ERP систем могут отличаться как по названиям, так и по содержанию. Тем не менее, есть некоторый набор функций, который может считаться типовым для программных продуктов класса ERP, это:

1. Ведение конструкторских и технологических спецификаций. Такие спецификации определяют состав конечного изделия, а также материальные ресурсы и операции, необходимые для его изготовления (включая маршрутизацию).

2. Управление спросом и формирование планов продаж и производства. Эти функции предназначены для прогноза спроса и планирования выпуска продукции.

3. Планирование потребностей в материалах. Позволяют определить объемы различных видов материальных ресурсов (сырья, материалов, комплектующих), необходимых для выполнения производственного плана, а также сроки поставок, размеры партий и т.д.

4. Управление запасами и закупочной деятельностью. Позволяют организовать ведение договоров, реализовать схему централизованных закупок, обеспечить учет и оптимизацию складских запасов и т.д.

5. Планирование производственных мощностей. Эта функция позволяет контролировать наличие доступных мощностей и планировать их загрузку. Включает укрупненное планирование мощностей (для оценки реалистичности производственных планов) и более детальное планирование, вплоть до отдельных рабочих центров.

6. Финансовые функции. В эту группу входят функции финансового учета, управленического учета, а также оперативного управления финансами, а также составление финансового плана и осуществление контроля его исполнения.

7. Функции управления проектами. Обеспечивают планирование задач проекта и ресурсов, необходимых для их реализации.

Поскольку ERP-система активно участвует практически во всех информационных процессах предприятия и осуществляет хранение, обмен, передачу и обработку данных, то она часто становится целью атаки злоумышленника, как внутреннего так и внешнего, что в свою очередь несет риск для предприятия в целом. Например, кража конфиденциальной информации или остановка

критических бизнес-процессов может привести к существенным финансовым и репутационным потерям.

Анализ источников показывает [1,2], что ERP-системы обладают весьма сложной архитектурой, объединяющей в себе различные технологии, такие как серверы приложений, базы данных, межплатформенное программное обеспечение, веб-сервер, операционные



Рис. 1. Архитектура ERP-системы

Таблица 1. Модель воздействий злоумышленника на уровни архитектуры ERP-системы

#	Уровень архитектуры	Угрозы
1	Сетевой уровень	возможность перехвата и модификации трафика, передаваемого в открытом виде; эксплуатация уязвимостей шифрования или аутентификации; эксплуатация уязвимостей сетевых протоколов; сканирование сети; DDoS и Dos-атаки; подмена трафика;
2	Уровень ОС	программные уязвимости ОС; слабые пароли ОС; небезопасные настройки и ошибки в конфигурации ОС; вредоносное ПО; недокументированные возможности; переполнение буфера повышение привилегий и получение административного доступа
3	Уровень СУБД, БД	переполнение буфера; format string; атака на пароли; повышение привилегий внутри СУБД; PL/SQL инъекции; несанкционированный доступ к данным и журналам транзакций; уничтожение и нарушение целостности данных и журналов транзакций;
4	Уровень представлений и приложений	эксплуатация уязвимостей веб-приложений (XSS, CSRF, SQL Injection, Response Splitting, Code Execution); переполнения буфера и format string в веб-серверах и application-серверах (к примеру, SAP IGS, SAP Netweaver, Oracle BEA Weblogic); небезопасные привилегии на доступ (SAP Netweaver, SAP CRM, Oracle E-Business Suite)

системы, системы управления идентификаторами и пр. Такая сложность создает дополнительные угрозы с точки зрения информационной безопасности, которые могут возникать как на этапах проектирования и разработки ERP-системы, так и на этапах внедрения и эксплуатации.

Типовая ERP-система состоит из трех компонентов, связанных через клиент-серверную архитектуру (рис. 1): уровень базы данных (БД); уровень приложений; уровень представления (пользовательский). Трехуровневая клиент-серверная архитектура может расширяться в многоуровневую систему. При этом добавляются компоненты для работы с Интернетом, что в свою очередь создает дополнительные источники угроз информационной безопасности. Хранение данных осуществляется в базе данных (уровень БД), их обработка выполняется на сервере приложений (уровень приложений), а непосредственное взаимодействие с пользователем происходит через клиентскую программу (уровень представления). В качестве такой программы в последнее время используется веб-браузер, который имеет свои уязвимости и также подвержен ряду угроз [3]. Связующей средой для компонентов, находящихся на различных архитектурных уровнях ERP, является сетевая инфраструктура.

Литература:

1. Зырянов, Ю. Информационная безопасность ERP-систем. URL: <http://citforum.ru/gazeta/49/> (дата обращения 15.06.2016)
2. Дмитринко, А. И., Долгова Т. Г. Информационная безопасность ERP-систем//Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2011. № 7. Т 1. С. 443
3. Оладько, В. С., Белозёрова А. А. Формализация подхода к выбору веб-браузера//Информационные системы и технологии. 2016. № 3 (95). с. 131–138.
4. Аткина, В. С., Воробьев А. Е. Подход к оценке рисков нарушения информационной безопасности с использованием иерархического подхода к ранжированию ресурсов предприятия//
5. Информационные системы и технологии. 2015. № 1 (87). с. 125–131.

Таким образом, можно следующие основные аспекты безопасности, которые необходимо учитывать при использовании ERP-системы:

- сетевая безопасность;
- безопасность БД;
- безопасность на уровне сервера приложений;
- защита информации на клиентском компьютере.

С учетом уровней архитектуры ERP-системы можно составить следующую модель злоумышленных действий на ее структурные компоненты и данные (см. таблицу 1).

Обеспечение той или иной степени защищенности информации необходимо на каждом из выделенных уровней. При этом выбор механизмов защиты информации на вышеуказанных уровнях ERP-системы зависит от специфики конкретного проекта и от уровня риска каждой угрозы.

Роль оценки риска информационной безопасности в деятельности предприятий очень велика [4]. Полученные значения рисков ИБ необходимы для выработки рекомендаций по снижению уровня риска при использовании ERP-системы, а также принятия эффективных мер по обеспечению ИБ всего предприятия. Таким образом, учитывая характер современных угроз, система защиты в ERP-системе должна строиться на основе практического подхода, заключающегося в предвосхищении угроз и инцидентов информационной безопасности, а не в борьбе с их последствиями.

Работа механизма нитепрятгивателя универсальной швейной машины

Олимов Каҳрамон Танзилович, доктор педагогических наук, профессор;

Тухтаева Зебо Шарифовна, кандидат педагогических наук, доцент;

Темирова Наргиза Элмурод кизи, магистр

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В настоящее время промышленные швейные предприятия и предприятия бытового обслуживания населения располагают большим разнообразием швейного оборудования, которое обладает расширенными технологическими возможностями. Оборудование швейного производства чрезвычайно разнообразно по номенклатуре из-за различий выполняемых швейными машинами тех-

нологических операций и в зависимости от конструкции машин и принципов управления ими.

Технологические процессы изготовления швейных изделий во многом определяют конструкцию и устройство необходимого для их оснащения оборудования. С учетом назначения процесса, способа выполнения операций, а также формы и размеров обрабатываемых изделий соз-

даются целые виды и классы современного высокоэффективного оборудования, обеспечивающего изготовление изделий с наименьшими затратами времени при достижении наилучшего качества.

Однако, если принять во внимание, что механизмы швейных машин многозвенные, и по мере работы швейных машин вследствие износа в кинематических парах механизмов появляются зазоры, то с увеличением наработки машин эти зазоры все больше будут оказывать влияние на точность взаимного положения рабочих органов швейных машин и на надежность рабочего процесса, то есть на условия взаимодействия исполнительных органов с ниткой, являющейся слабым звеном в сильной цепи. При этом увеличивается силовое воздействие на нитку при проколе материала иглой, при захвате петли игольной нити челноком и при затягивании стежка.

Каждая швейная машина, независимо от назначения, типа стежка и технических параметров, состоит из определенного количества механизмов, составляющих собственно швейную машину, способную в общем случае проколоть иглой материал, провести сквозь него нитку иглы, продвинуть материал на определенный шаг, переплести нитку иглы с нижней ниткой (челнока или петли), затянуть стежок и многократно повторить данный процесс в течение определенного времени. Эти минимально необходимые механизмы швейной машины называют основными.

В машинах цепного стежка, рабочий орган системы нитеподачи, как правило, совмещен с игловодителем и называется нитеподатчиком.

В машинах челночного стежка рабочий орган системы нитеподачи иглы называется нитепрятгивателем.

Механизмы нитепрятгивателей челночных машин бывают:

- 1) кулачковые;
- 2) шарнирно-стержневые;
- 3) кулисные;

4) вращающиеся.

Кулачковый механизм нитепрятгивателя применяется в тихоходных челночных машинах, обычно тяжелого типа, скорость которых не превышает 1200 об./мин.

Шарнирно-стержневой механизм нитепрятгивателя получил наиболее широкое распространение в среднескоростных швейных машинах.

Кулисный механизм нитепрятгивателя, часто встроенный в кинематическую схему механизма иглы, применяется для пошива изделий из толстых материалов в двухигольных машинах с осью вращения челнока в вертикальной плоскости. Кулачковый механизм нитепрятгивателя применяется в тихоходных челночных машинах, обычно тяжелого типа, скорость которых не превышает 1200 об./мин.

Шарнирно-стержневой механизм нитепрятгивателя получил наиболее широкое распространение в среднескоростных швейных машинах. Кулисный механизм нитепрятгивателя, часто встроенный в кинематическую схему механизма иглы, применяется для пошива изделий из толстых материалов в двухигольных машинах с осью вращения челнока в вертикальной плоскости.

Вращающийся механизм нитепрятгивателя применяется в высокоскоростных швейных машинах со скоростью вращения главного вала, доходящей до 6000 об./мин и выше.

Механизм нитепрятгивателя (рис. 1). Это механизм шарнирно-стержневого типа. Представляет собой рычаг 3, надетый на внутреннее плечо пальца кривошипа, шарнирно соединенного с соединительным звеном которое шарнирно соединено с телом машины при помощи шпильки 2.

Внешнее плечо рычага снабжено ушком для заправки нитки. При вращении кривошипа главного вала ушко нитепрятгивателя описывает сложную кривую, медленно опускаясь для подачи нитки и быстро поднимаясь для затягивания стежка. Регулировка в механизме отсутствует.

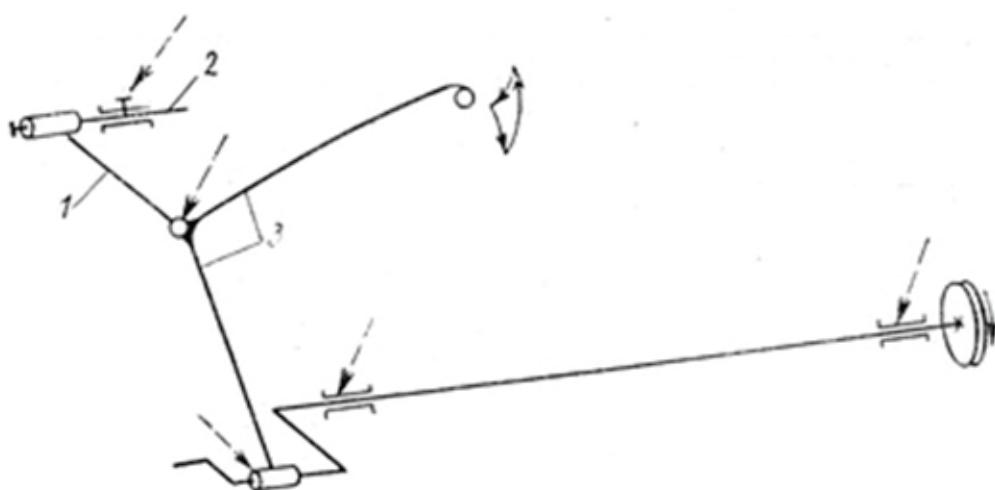


Рис. 1. Кинематическая схема механизма нитепрятгивателя машины 22-А класса: 1-соединительное звено, 2-шпилька, 3-рычаг нитепрятгивателя

Механизм нитепрятгивателя (рис. 2). Механизм одинарный вращающийся, состоит из пальца кривошипа 1, диска рычага нитепрятгивателя 3, жестко закрепленного винтами 2 на пальце, и самого нитепрятгивателя — де-

тали своеобразной формы, которая привинчивается к рычагу. Регулировка механизма показана на рисунке стрелками (Р). Механизм не требует смазки.

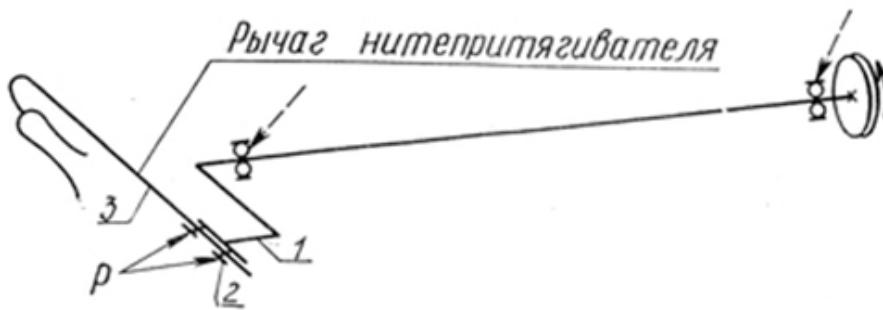


Рис. 2. Кинематическая схема механизма нитепрятгивателя машины 97-А класса: 1 — палец кривошипа, 2 — винты для жесткого закрепления рычага нитепрятгивателя, 3 — рычаг нитепрятгивателя

Нитепрятгиватель в швейной машине предназначен для выполнения следующих функций:

- подача нити игле и челноку;
- выбирание нити и затяжка стежка;
- сдергивание нити с бобины с целью создания запаса для следующего стежка.

Конструкция и работа этих механизмов и устройств влияет на качество стежков, износ ниток. Одним из существенных его недостатков является значительный избыток нитки в процессе образования стежка, способствующий её обрывности. Диаграмма подачи нитки этим

нитепрятгивателем значительно отличается от диаграммы потребления.

Для сближения этих диаграмм необходимо разработать такой механизм, у которого нитеподающий элемент имел бы некоторую остановку в момент образования петли-напуска у иглы. Таким механизмом может служить двухкривошипный четырехзвенник OABC (рис. 3), у которого шатун выполнен в виде двухплечего рычага ABD, а в точке D закреплен нитеподающий палец. При вращении кривошипов OA и AB точка D движется по замкнутой самопересекающейся кривой, наличие небольшой петли у которой

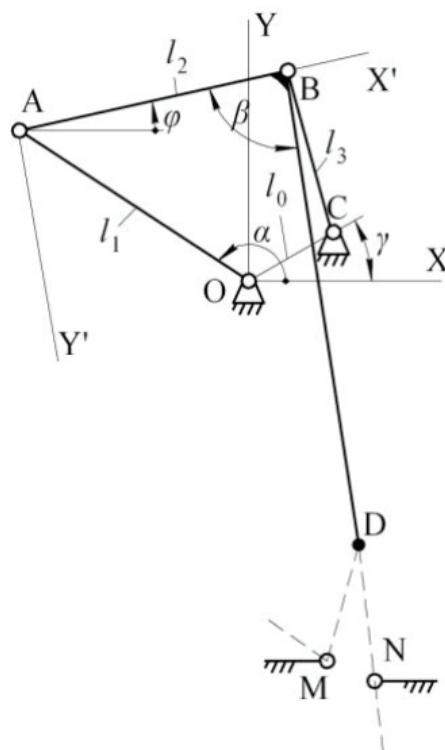


Рис. 3. Двухкривошипный четырехзвененный нитепрятгиватель

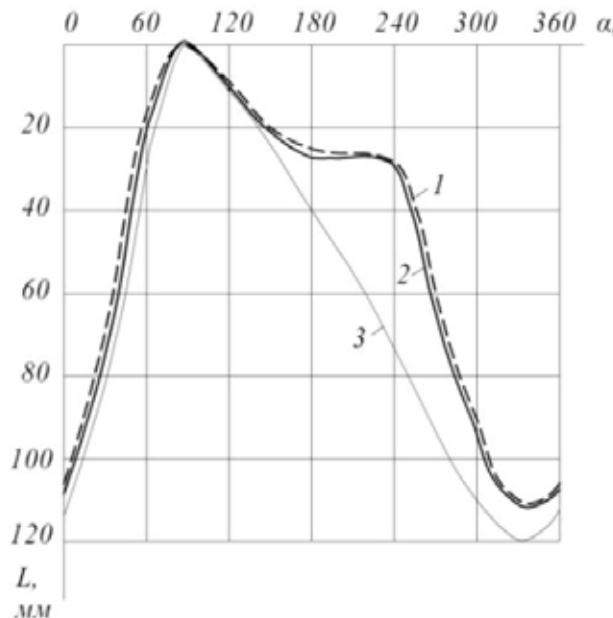


Рис. 4. Кривые подачи и потребления нитки

позволяет получить приближенную остановку нитки во время образования петли-напуска. Как и у других нитепрятгивателей, в рассматриваемом механизме движение нитеподающего элемента вниз происходит в два раза медленнее, чем движение вверх, что необходимо для устранения повторного захвата нитки челноком.

На рисунке 4 представлены кривые: 1 — потребления нитки, 2 — подачи игольной нитки новым нитепрятгивателем, 3 — подачи нитки кривошипно-коромысловым механизмом.

Анализ кривых позволяет сделать вывод, что предлагаемый механизм обеспечивает почти идеальную подачу нитки игле и челноку, то есть диаграмма подачи не значительно отличается от диаграммы потребления. Если у двухкривошипного нитепрятгивателя избыток нитки не

превышает 7 мм, то у кривошипно-коромыслового он достигает 37 мм. Это означает, что новый механизм характеризуется лучшей динамикой движения нитки и, как следствие, меньшей обрывностью.

Кривошипно-коромысловые механизмы нитепрятгивателей нашли более широкое применение в швейных машинах вследствие того, что при достаточной смазке они могут работать на скорости до 5500 об/мин. В машинах универсального типа чаще используются нерегулируемый механизм. С помощью кривошипно-коромысловых механизмов можно обеспечить подачу нити с отклонениями, не превышающими 10 мм. Такая конструкция механизма позволяет глазку нитепрятгивателя совершать неравномерное движение: движение вверх осуществляется скоростью в два раза больше, чем вниз.

Литература:

1. А. Г. Семин и др. Двухкривошипный четырехзвеный нитепрятгиватель швейной машины. Вестник КНУТД. № 5. Витебск, 2013. Стр. 33–36.
2. Вальщиков, Н. М. и др. Оборудование швейного производства. Н. М. Вальщиков. — М.: Легкая индустрия, 1977.
3. Смирнова, В. Ф., Калинова К. Д. «Механизм нитепрятгивателя петельного полуавтомата с МПУ». Курсовой проект. Витебск, 2013.

Молодой ученый

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 12 (116) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.

Иванова Ю. В.

Каленский А. В.

Куташов В. А.

Лактионов К. С.

Сараева Н. М.

Абрасилов Т. К.

Авдеюк О. А.

Айдаров О. Т

Алиева Т. И.

Ахметова В. В.

Брезгин В. С.

Данилов О. Е.

Дёмин А. В.

Дядюн К. В.

Желнова К. В.

Жуйкова Т. П.

Жураев Х. О.

Игнатова М. А.

Қалдыбай Қ. Қ.

Кенесов А. А.

Коварда В. В.

Комогорцев М. Г.

Котляров А. В.

Кузьмина В. М

Кучерявенко С. А.

Лескова Е. В.

Макеева И. А.

Матвиенко Е. В.

Матроскина Т. В.

Матусевич М. С.

Мусаева У. А.

Насимов М. О.

Паридинова Б. Ж.

Прончев Г. Б.

Семахин А. М.

Сенцов А. Э.

Сенишхин Н. С.

Титова Е. И.

Ткаченко И. Г.

Фозилов С. Ф.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (*Армения*)

Арошидзе П. Л. (*Грузия*)

Атаев З. В. (*Россия*)

Ахмеденов К. М. (*Казахстан*)

Бидова Б. Б. (*Россия*)

Борисов В. В. (*Украина*)

Велковска Г. Ц. (*Болгария*)

Гайич Т. (*Сербия*)

Данатаров А. (*Туркменистан*)

Данилов А. М. (*Россия*)

Демидов А. А. (*Россия*)

Досманбетова З. Р. (*Казахстан*)

Ешиев А. М. (*Кыргызстан*)

Жолдошев С. Т. (*Кыргызстан*)

Игисинов Н. С. (*Казахстан*)

Кадыров К. Б. (*Узбекистан*)

Кайгородов И. Б. (*Бразилия*)

Каленский А. В. (*Россия*)

Козырева О. А. (*Россия*)

Колпак Е. П. (*Россия*)

Куташов В. А. (*Россия*)

Лю Цзюань (*Китай*)

Малес Л. В. (*Украина*)

Нагервадзе М. А. (*Грузия*)

Прокопьев Н. Я. (*Россия*)

Прокофьева М. А. (*Казахстан*)

Рахматуллин Р. Ю. (*Россия*)

Ребезов М. Б. (*Россия*)

Сорока Ю. Г. (*Украина*)

Узаков Г. Н. (*Узбекистан*)

Хоналиев Н. Х. (*Таджикистан*)

Хоссейни А. (*Иран*)

Шарипов А. К. (*Казахстан*)

Руководитель редакционного отдела: Қайнова Г. А.

Ответственные редакторы: Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В.,

Майер О. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

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

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 10.07.2016. Тираж 500 экз.

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