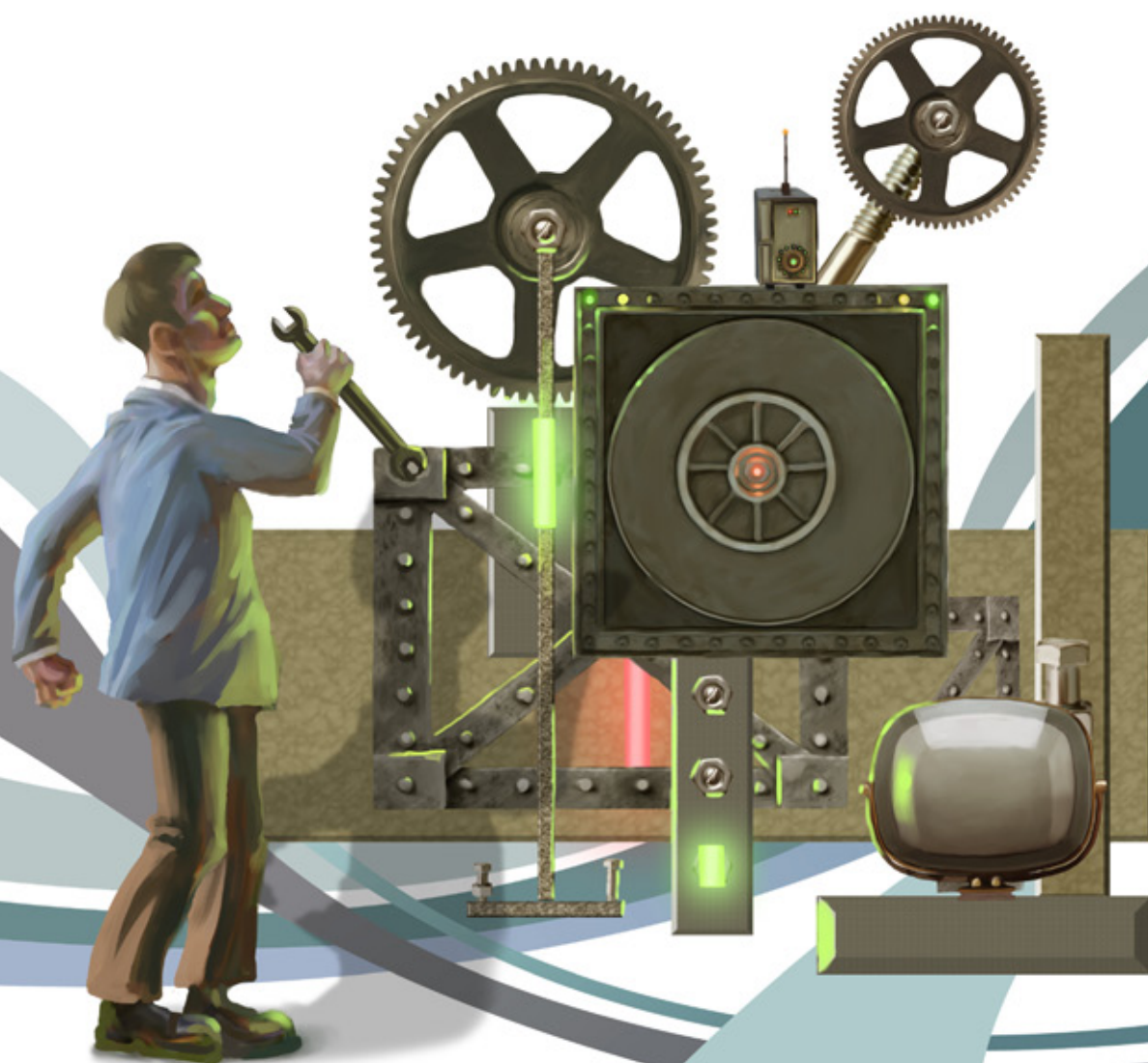


Международная научная конференция

Технические науки в России и за рубежом (II)



Москва

УДК 62(01)
ББК 30
Т38

Редакционная коллегия сборника:

*М.Н. Ахметова, Ю.В. Иванова, К.С. Лактионов, М.Г. Комогорцев,
В.В. Ахметова, В.С. Брезгин, А.В. Котляров, А.С. Яхина*

Ответственный редактор: *О.А. Шульга*

Технические науки в России и за рубежом (II): материалы междунар. заоч. науч. конф.
Т38 (г. Москва, ноябрь 2012 г.). — Москва: Буки-Веди, 2012. — vi, 166 с.

ISBN 978-5-4465-0022-2

В сборнике представлены материалы международной заочной научной конференции «Технические науки в России и за рубежом (II)».

Предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов технических специальностей, а также для широкого круга читателей.

УДК 62(01)
ББК 30

СОДЕРЖАНИЕ

1. ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Бондур В.Г., Гороховский К.Ю., Игнатьев В.Ю., Мурынин А.Б.

Прогнозирование урожайности на основе многолетних космических наблюдений за развитием вегетации. . . 1

Бондур В.Г., Рихтер А.А., Мурынин А.Б.

Алгоритм расчета степени деградации почвы 8

Боршевников А.Е.

Протокол голосования со слепыми подписями с одной ЦИК с использованием процедуры генерации ключевой последовательности из нечетких данных 14

Кузовлев Д.И., Тизик А.П., Тресков Ю.П.

Задача о назначении с дополнительными работами и исполнителями 16

Лобачева А.М.

Научно-исследовательская деятельность в процессе изучения информатики 18

Симоненко И.В., Матвеев И.А.

Метод обнаружения автомобилей на аэрокосмических снимках 20

Chegodaev N.I., Tsebrenko K.N.

Radio extension unit simulation 24

2. ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Зайцев С.Н.

Контроль и оценка радиационной стойкости GaP (Zn-O) светодиодов при облучении нейтронами 29

Кириллов К.В.

Анализ наиболее распространенных способов доступа в Интернет (на примере Челябинской области) 34

Комраков Д.В.

Технологии позиционирования наземных подвижных объектов в сетях GSM. 38

3. АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Апсеметов А.Т., Арыстанбаев К.Е., Есжанов И.

Разработка адаптивной системы регулирования давления пара на выходе парового котла 41

Глухова И.В., Касалапова Т.А.

Планирование работы ремонтно-технологических участков с использованием современных информационных технологий 44

Киякина Т.Е., Селиверов Д.И.

Причины сбоев в работе автоматической локомотивной сигнализации, методы решения проблем. 47

Константинова И.В., Селиверов Д.И.

Новое поколение кабелей для систем железнодорожной автоматики и телемеханики. 49

Полянский И.С., Фролов М.М., Лукьянченкова Н.Е.

Задача распределения однородных непрерывных ограниченных ресурсов в иерархических системах транспортного типа с древовидной структурой 52

Ромашкова О.Н., Шатковский О.Ю.

Методика сравнительного анализа алгоритмов функций технологического программного обеспечения микропроцессорных систем централизации. 55

Селиверов Д.И., Козина А.М.

Влияние состояния кабельных сетей СЦБ на безопасность движения поездов, методы решения проблем. 57

Ситникова Т.Г., Селиверов Д.И.

Этапы повышения надежности конструкции импульсных реле железнодорожной автоматики 59

4. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Антонов Р.В., Новожилов Ф.А.

Интенсификация работы установок для сушки растительного капиллярно-пористого лекарственного сырья за счет электроосмоса 62

Будников Д.А.

Контроль температуры зерна в СВЧ-камере 66

Михайлов В.В., Позднов М.В.

Математическое моделирование параллельного компенсатора мощности. 69

Орашай Э.Ж.

Трансформаторы тока и схемы их соединений. 74

5. ЭНЕРГЕТИКА

Васильева Т.Н., Аронов Л.В.

Дополнительные потери мощности в силовых трансформаторах, обусловленные несинусоидальностью напряжений. 79

6. МЕТАЛЛУРГИЯ

Гришкова Д.Ю.

Мероприятия по сокращению простоя вагонов на пути выгрузки угля. 82

Муравьев К.А.

Исследование механизма наводораживания металла нефтепроводов 85

Сердюк А.И., Сердюк И.А.

Разделение фасонных профилей методом сдвига. 89

7. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Бутовченко А.В., Дорошенко А.А.

Математическое моделирование процесса пневмосепарации вертикальным воздушным потоком 94

Бутовченко А.В., Дорошенко А.А.

Результаты моделирования процесса сепарации на сетчатом полотне скельператора 96

Николаев А.Г., Самохина С.С., Абакаров А.Э.

Состав эмульсола для приготовления смазочно-охлаждающей жидкости. 99

Овсянников В.Е., Терещенко В.Ю.

Анализ фрактальной размерности профиля шероховатости выглаженной поверхности 102

Хоробрых М.А., Фролов В.А.

Разработка дренажной модели профиля с механизацией для автоматизированного эксперимента в аэродинамической трубе 105

8. СТРОИТЕЛЬСТВО

Колпаков А.В., Куликов В.А., Абдрахимов В.З.

К вопросу о степени спекания легкоплавких глин различного химико-минералогического состава 110

Лукин А.О.

Исследование напряженного состояния гофрированной стенки в местах, расположенных под сосредоточенными силами 113

Любич И.В., Герасимов В.В.

Организационное управление эффективностью качества реализации жилых объектов 115

Петленко С.В., Кошкарров В.Е., Кошкарров М.А., Еремин А.Я.

Оценка условий экологически безопасного транспортирования и хранения угля в штабелях. 117

9. ТРАНСПОРТ

Карпухина М.А., Селиверов Д.И.

Современные системы коммерческого осмотра вагонов 125

Мокроусов А.С., Назаров С.В., Артемов В.В., Котельников А.Е.

Разработка состава многофункционального пакета присадок для малосернистых дизельных топлив 128

Романченко М.К.

Вибрационная защита 131

11. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Бурлов А.Н.

Динамика еловых лесов Дальневосточного федерального округа 134

Данатаров А., Ашыров С.Ч., Мухамметмырадов К., Рустамов С.

К вопросу универсализации агрономелиоративных машин в условиях Туркменистана 138

Данатаров А., Ашыров С.Ч., Мухамметмырадов К., Рустамов С.

Методы и машины для глубокого рыхления грунта с одновременным внутрипочвенным внесением жидких органоминеральных удобрений 141

Князева С.В., Черунова И.В.

Исследование оптических свойств материалов в защитной одежде при влажно-тепловом режиме в условиях производственной среды 144

Кудашева Ф.Х., Ширяева Р.Н., Таулбаева А.Я.

Определение эффективности растворения асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО) 147

Нугманов А.Х., Фоменко Е.В., Поликарпова Н.Э.

Особенности формирования потоков клиентов на базе установившихся системных связей в технологии общественного питания 150

Полева Е.А., Чичварин А.В., Крахт Л.Н.

Модификация клеевых композиций наносоединениями углерода фуллеренового ряда 153

Тугучева С.А.

Прибор-профилограф для измерения неровностей листовых вязкоупругих материалов 155

Швабенланд И.С.

Структура и запасы лабильного органического вещества на отвалах вскрышных пород Изыхского каменноугольного месторождения республики Хакасия 158

12. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

Явич М.П.

Концепция создания электронных обучающих средств для школьников младших классов 162

Явич М.П.

Концепция создания интеллектуальных компьютерных игр для детей дошкольного возраста 163

1. ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Прогнозирование урожайности на основе многолетних космических наблюдений за развитием вегетации

Бондур Валерий Григорьевич, доктор технических наук, академик РАН, профессор;

Гороховский Константин Юрьевич, старший научный сотрудник;

Игнатьев Владимир Юрьевич, аспирант;

Мурынин Александр Борисович, кандидат технических наук

Государственное учреждение «Научный центр аэрокосмического мониторинга «Аэрокосмос», Минобрнауки России и РАН (г. Москва)

Предлагается метод прогнозирования урожайности почв с помощью индекса NDVI на основе многоспектральных космических изображений. Приводятся и анализируются результаты вычислительного эксперимента по прогнозированию урожайности для различных сельскохозяйственных культур для различных областей. Проводится сравнение двух моделей плодородия почв, полученных в ходе исследования.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, прогнозирование урожайности, многомерная линейная регрессия, индекс NDVI.

The method of forecasting soils' productivity using NDVI and based on multispectral space images is suggested. The results of computational experiments are analyzed for different crops and different regions. It is carried out a comparison of two models of soil fertility, which were figure out during the work.

Keywords: remote sensing, yield forecasting, multiple linear regression, NDVI.

Введение

В настоящей работе приводятся две модели оценки плодородия, с помощью которых исследуется возможность успешного прогнозирования урожайности различных культур.

Подход к решению задачи прогнозирования урожайности заключается в построении модели плодородия на основе космических данных и применении различных методов оптимизации с использованием набора предикторов, полученных в результате компьютерного анализа мультиспектральных изображений из космоса. Предложенный подход предусматривает также дальнейшее расширение и уточнение модели по мере накопления статистических данных об урожайности прошлых лет для различных областей Российской Федерации [20].

Индекс NDVI является одним из наиболее распространенных индикаторов роста и плотности растительности, рассчитываемых по данным ДЗЗ [2–4, 6–8]. Для вычисления этого индекса используется следующая формула:

$$NDVI = \frac{R_2 - R_1}{R_2 + R_1},$$

где R_2 — значение отражения в ближней инфракрасной области спектра, R_1 — значение отражения в красной области спектра. Согласно этой формуле, плотность расти-

тельности (NDVI) в определенной точке изображения равна разнице интенсивностей отраженного света в красном и инфракрасном диапазоне, деленной на сумму их интенсивностей.

Расчет NDVI базируется на двух наиболее стабильных (не зависящих от прочих факторов) участках спектральной кривой отражения сосудистых растений (Рис. 1). В красной области спектра (0,6–0,7 мкм) лежит максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом высших сосудистых растений, а в инфракрасной области (0,7–1,0 мкм) находится область максимального отражения клеточных структур листа. То есть высокая фотосинтетическая активность (связанная, как правило, с густой растительностью) ведет к меньшему отражению в красной области спектра и большему в инфракрасной. Отношение этих показателей друг к другу позволяет четко отделять и анализировать растительные от прочих природных объектов [2, 3]. Использование же не простого отношения, а нормализованной разности между минимумом и максимумом отражений увеличивает точность измерения, позволяет уменьшить влияние таких явлений как различия в освещенности снимка, облачности, дымки, поглощение радиации атмосферой и пр.

Из результатов исследований, приведенных в [4], [5], [6], [7] и [8] годовые колебания урожайности наиболее точно предсказываются индексами NDVI в течение ве-

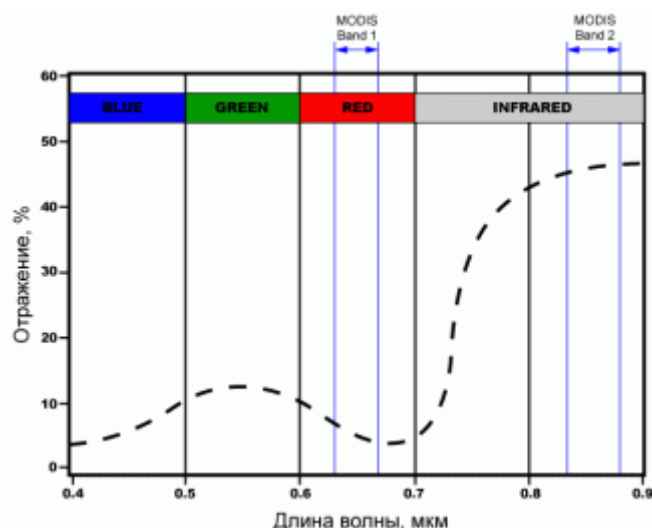


Рис. 1. Участки характеристической кривой отражения растительности (усредненной), используемые для расчета NDVI с помощью данных MODIS

гетационного сезона — период года, в течение которого максимально проявляются все жизненные процессы растений.

В основу модели плодородия была положена гипотеза о том, что урожай зависит от показателей индекса NDVI в течение вегетативного сезона. Для любого участка с посевами эти значения NDVI имеют различную предикативную силу в зависимости от календарной даты, сельскохозяйственной культуры и особенностей исследуемого региона.

Краткий обзор существующих методов

За последнее десятилетие в данной научной области сформировались несколько характерных методов и подходов прогнозирования урожайности.

Для прогноза урожайности в настоящее время используются несколько подходов:

- анализ тренда и цикличности в динамичности урожайности [9–13];
- выявление года-аналога [6–8];
- моделирование прироста биомассы растений [13,14];
- на основе анализа синоптических процессов [15–18];
- регрессионный метод [13,19].

Подход, основанный на регрессионном анализе, при наличии достаточно протяженного ряда качественных спутниковых данных позволяет получить достаточно хорошие результаты. В настоящее время работы по развитию данного подхода и анализу возможностей его применения для прогнозирования урожайности различных культур ведутся достаточно активно.

В данной работе сравниваются две модели прогнозирования урожайности

1. Глобальная линейная модель
2. Линейная модель для отдельных областей

Далее объясняются общие концепции, применяемые при построении этих моделей, а также объясняются особенности каждой модели в отдельности.

Общие концепции, примененные для построения моделей плодородия

В основе моделей плодородия изложенных здесь заложена зависимость между состоянием растительности в вегетационный период и собранным урожаем. Другими словами если состояние растительности хорошее на протяжении всего периода роста, то вероятность получить хороший урожай увеличивается. В том же случае, если в какой либо промежуток произрастания состояние растительности отклонилось в сторону ухудшения, то вероятность получить хороший урожай уменьшается.

Разработанный метод можно описать следующим образом. Урожай определенной культуры на заданной территории должен достаточно достоверно предсказываться функцией, параметрами которой являются усредненные (по этой территории) значения индекса NDVI в течение роста и созревания сельскохозяйственной культуры. Чем полнее история изменения индекса, тем точнее можно предсказывать урожай. Соответственно, чем отдаленней период измерения индекса от момента созревания культуры, тем меньше будет предикативная сила модели. Исследование зависимости точности предсказания от отдаленности даты созревания является темой отдельной статьи. В данной работе дата предсказания фиксируется как конец Июля и в ней используются показания индекса NDVI в период Март-Июнь.

Предложенная модель урожайности в общей формулировке выглядит как:

$$y_{kr} = f_{kr}(x_{NDVI}(t), x_{NDVI}(t+1), x_{NDVI}(t+2), \dots),$$

где y_k — прогнозируемое значение урожайности на окончание текущего сезона для территориального региона r и сельскохозяйственной культуры k ,

f_{kr} — искомая функция прогноза урожайности для региона r и сельскохозяйственной культуры k ,

$x_{NDVI}(t)$ — значение вегетативного индекса NDVI для данного участка посевов. Для данной модели в качестве единицы регионального деления были выбраны административные области, так как информация об урожайности за предыдущие годы по отдельным культурам официально предоставляется службой государственной статистики Российской Федерации, и она находится в открытом доступе [20]. Наличие этой информации позволяет настроить свободные параметры модели на конкретный регион и сельскохозяйственную культуру.

Для упрощения выбрана линейная модель, то есть f_{kr} представляет собой линейную комбинацию от $x_{NDVI}(t)$:

$$\langle y_k \rangle_{region} = \sum_{t=1}^T \alpha_{kr}(t) \cdot \langle x_{NDVI}(t) \rangle_{region}, \quad (1)$$

где $\langle \dots \rangle_{region}$ — усреднение по области, $\alpha_{kr}(t)$ — параметры модели для территориального региона r и сельскохозяйственной культуры k , определяемые посредством многопараметрической линейной регрессии.

Информативными для прогнозирования урожайности считаются изображения, соответствующие месяцам, предшествующим началу сбора урожая. Имеется набор мультиспектральных космических изображений за годовой период. Также имеются статистические данные об урожайности. На основании имеющихся данных уточняются коэффициенты модели урожайности для различных сельскохозяйственных культур заданных областей.

Глобальная линейная модель

Предположим, что почвенно-климатические характеристики мало изменяются для рассматриваемых областей Российской Федерации. При этом модель плодородия упрощается и становится одинаковой для рассматриваемых областей. Она будет выглядеть как:

$$y_{rk} = \sum_{t=1}^T \alpha_k(t) \cdot \langle x_{NDVI}(t) \rangle_r, \quad (2)$$

где k — индекс, указывающий на сельскохозяйственную культуру

r — индекс, указывающий на область (region) Российской Федерации

y_{rk} — оценка урожайности для данной области (r) и культуры (k)

$\langle x_{NDVI}(t) \rangle_r$ — усредненное значение индекса NDVI для отдельно взятой области Российской Федерации.

$\alpha_k(t)$ — настраиваемые параметры модели для отдельных интервалов времени года.

Параметры модели настраиваются на основе исторических данных об урожайности и соответствующих исторических значениях индекса NDVI.

Подстройка параметров модели осуществляется с помощью линейной регрессии.

Линейная модель для отдельных областей

В том случае если предположение об минимальных различиях между рассматриваемыми областями неверно, необходимо использовать модель, учитывающую различие между областями, а именно:

$$y_{rk} = \sum_{t=1}^T \alpha_{rk}(t) \cdot \langle x_{NDVI}(t) \rangle_r, \quad (3)$$

где $\alpha_{rk}(t)$ — параметры модели, которые теперь меняются не только от времени года (t), культуры к культуре (k), но и от области к области (r). Изменения параметров в зависимости от области должны учитывать не только изменения в составе почвы а и средние климатические условия в этом регионе. Остальные переменные в этой формулы уже были описаны ранее.

Достоинство этой модели заключается как раз в том, что выбранная формула позволяет тоньше настраивать параметры модели под особенности конкретной области.

Среди недостатков этой модели следует отметить тот факт, что настройка параметров требует гораздо больше исходных данных, доступных для обучения.

Описание процесса настройки моделей

Подстройка параметров выбранных моделей производилась с использованием композитных индексов NDVI за период с 2000 по 2009 годы. При подготовке исходных данных использовались шестнадцатидневные композитные изображения с разрешением 250 метров, полученные со сканера MODIS (спутник TERRA), за период в 10 лет [21].

Данные об урожайности за указанный промежуток времени были получены с интернет-сайта Федеральной службы государственной статистики. Настройка производилась для трех групп сельхоз. культур: пшеница, картофель, овощи.

Всего в эксперименте использовались данные по 13-ти региональным образованиям Российской Федерации:

Московской области;
Воронежской области;
Владимирской области;
Ивановской области;
Нижегородской области;
Чувашской республики;
Мордовской республики;
Рязанской области;
Тульской области;
Орловской области;
Курской области;
Тамбовской области;
Липецкой области.

В предлагаемых моделях в качестве компонентов вектора признаков x_{NDVI} использовались усредненные по области значения вегетационного индекса NDVI. В каче-

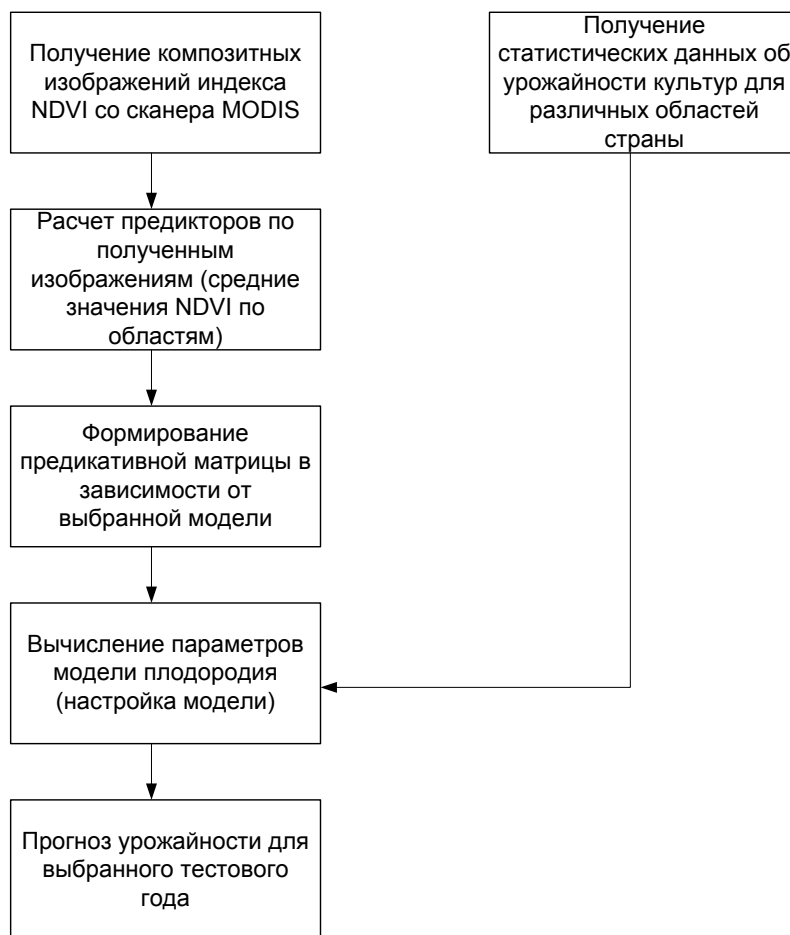


Рис. 2. Метод прогнозирования урожайности по многоспектральным космическим изображениям с помощью многомерной линейной регрессии

стве информативных использованы изображения, полученные за период времени шесть месяцев, которые предшествуют началу сбора урожая (февраль, март, апрель, май, июнь, июль).

Для модели, где учитываются региональные поправки, вектор признаков расширяется бинарными признаками b_1, b_2, \dots, b_R (где R — количество областей), определяющими принадлежность объекта к определенной области. Например, если изображение принадлежит московской области, то $b_1 = 1$, в противном случае — $b_1 = 0$.

Метод прогнозирования урожайности по многоспектральным космическим изображениям с помощью многомерной линейной регрессии

Метод прогнозирования урожайности по многоспектральным изображениям с помощью многомерной линейной регрессии представлен на рисунке 2.

Результаты вычислительных экспериментов и их анализ

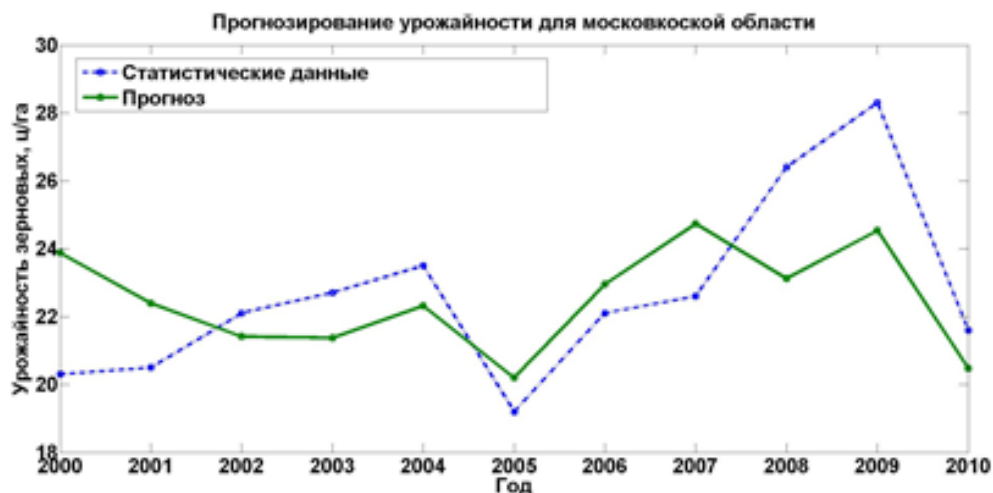
В результате проведенных вычислительных экспериментов для обеих рассматриваемых моделей получены

графики зависимости урожайности от года для каждой из трех сельскохозяйственных культур и каждой из 13-ти административных областей, рассмотренных в работе. В качестве примера прогнозирования урожайности приведены графики для Московской и Воронежской областей по трем с/х культурам.

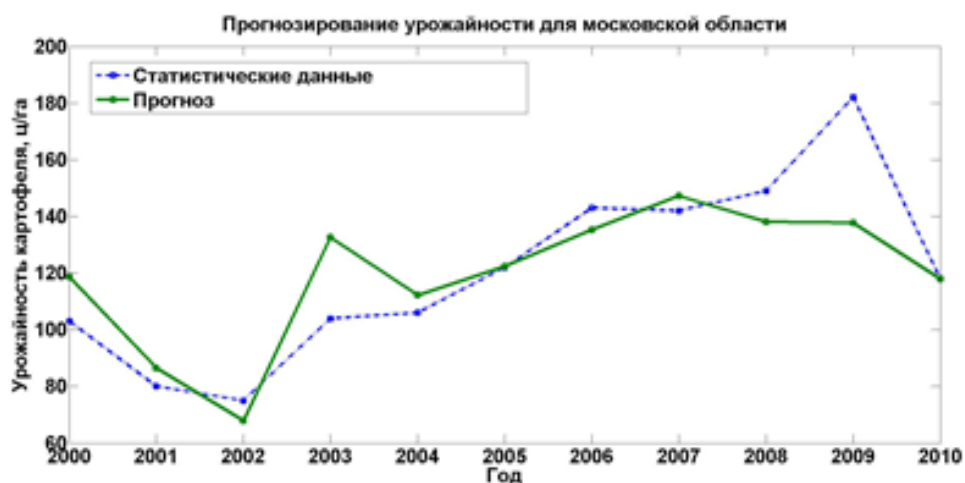
На рисунках 3 и 4 представлены графики зависимости урожайности (в центнерах с гектара) для определенной сельскохозяйственной культуры от года за одиннадцатилетний период. Пунктирная линия соответствует фактическим значениям урожайности, а сплошная — спрогнозированным значениям урожайности, вычисленным с помощью полученной линейной модели.

Анализируя результаты прогнозов урожайности, представленные на графиках рисунках 3 и 4, можно сделать следующие выводы:

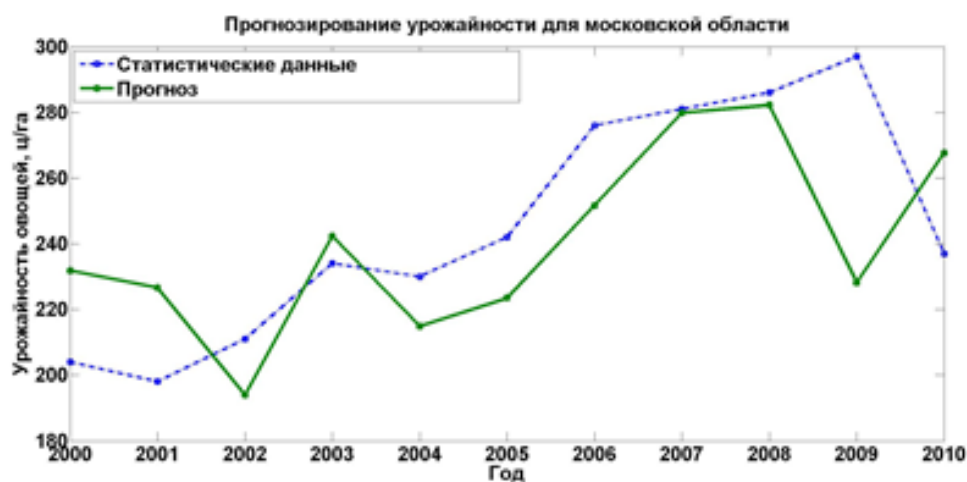
- предложенный метод прогнозирования урожайности дает возможность заблаговременно предсказывать показатели урожайности для будущего сезона при условии наличия статистических данных об урожайности за прошлые года и мультиспектральных космических изображений для месяцев, предшествующих началу сбора урожая;
- невысокая точность прогноза урожайности обусловлена отсутствием достаточного количества статистиче-



(а)



(б)



(в)

Рис. 3. Результаты прогнозирования урожайности для московской области на 11 лет:
(а) – урожайность зерновых, (б) – урожайность картофеля, (в) – урожайность овощей.

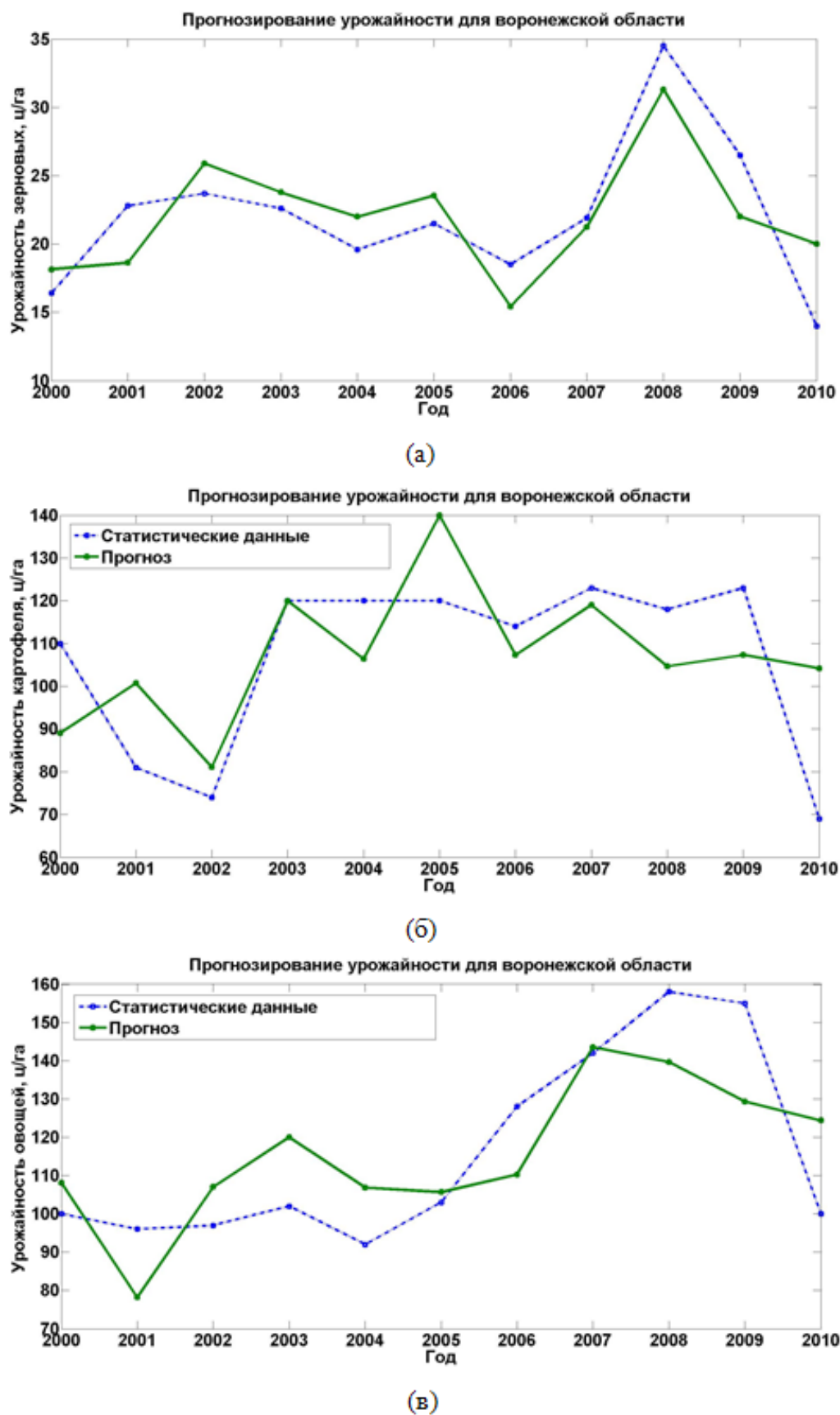


Рис. 4. Результаты прогнозирования урожайности для воронежской области на 11 лет:
(а) – урожайность зерновых, (б) – урожайность картофеля, (в) – урожайность овощей.

ских данных, используемых при обучении. При этом метод оказывается достаточно устойчивым к использованию его для прогнозирования урожайности основных сельскохозяйственных культур для нескольких областей.

Как видно из графиков, динамика изменения урожайности за 11 лет разная для московской и воронежской областей. Этот факт свидетельствует о том, что для более точного прогнозирования следует использовать в обучении данные по областям близким по территориальным и климатическим характеристикам.

Заключение

На основании результатов проведенных вычислительных экспериментов продемонстрирована возможность

прогнозирования урожайности по многоспектральным космическим изображениям с использованием реальных статистических данных по урожайности для различных сельскохозяйственных культур и разных областей страны. При этом показано, что описанный подход позволяет прогнозировать урожайность как в условиях минимального различия для областей в глобальной линейной модели, так и его отсутствие в линейной модели для отдельных областей.

Проведен анализ точности прогнозирования урожайности, который показал достоинства и недостатки предложенного метода.

В будущих исследованиях предполагается модификация построенных моделей с целью улучшения точности и общности при прогнозировании урожайности для большего количества областей.

Литература:

1. Кендалл М., Стюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды (том 3) // М.: Наука, 1976
2. Sellers, P.J. Canopy reflectance, photosynthesis, and transpiration // International Journal of Remote Sensing, 6, 1335–1372, 1985.
3. Myneni, R.B., F.G. Hall, P.J. Sellers, and A.L. Marshak The interpretation of spectral vegetation indexes // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 33, 481–486, 1995.
4. Белорусцева Е.В. Мониторинг состояния сельскохозяйственных угодий Нечерноземной зоны Российской Федерации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т.9, №1, с. 57–64.
5. Бондур В.Г., Мурнин А.Б., Рихтер А.А., Шманын, М.А. Разработка алгоритма оценки степени деградации почвы по мультиспектральным изображениям // Известия ЮФУ. 2012. №6, с. 130–134.
6. Savin I., Negre T. (ed.) Agro-meteorological monitoring in Russia and Central Asian Countries, OPOCE EUR 22210EN, Ispra (Italy), 2006. – 214pp.
7. Savin I. Crop yield prediction with SPOT VGT in Mediterranean and Central Asian countries. -ISPRS Archives XXXVI-8/W48 Workshop proceedings: Remote sensing support to crop yield forecast and area estimates. Commission VIII, WG VIII/10. 2007. Stresa, Italy. pp.130–134.
8. Rembold F., Savin I., Negre T., 2005. Developing a simple operational multistep procedure for quantitative yield/production estimation. Proceedings of the AfricaGIS2005 Conference, 31 October to 4 November 2005, The Geo-Information Society of South Africa Tshwane (Pretoria), South Africa ISBN 1–920–01710–0, pp. 257–269.
9. Батырева О.В. Расчет значимости коэффициента множественной корреляции и выбор оптимального числа предсказателей. // Метеорология и гидрология. – 1969. – № 3. – С. 49–57.
10. Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. -Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 152 с.
11. Пасов В.М. Изменчивость урожая яровых зерновых культур в различных климатических зонах СССР. // Метеорология и гидрология. – 1973. – №.7. – с. 82–86.
12. Пасов В.М. Климатическая изменчивость урожаев озимой пшеницы. // Метеорология и гидрология. – 1973. – №2. – с. 94–103.
13. Methodology of the MARS Crop Yield Forecasting System (2008). Eur Rep 21291 EN/1–4.
14. Сиротенко О.Д., Абашина Е.А. Об оценке использования динамических моделей для оценки агрометеорологических условий формирования урожая. Метеорология и гидрология, № 8, 1982, с. 95–101.
15. Пасов В.М., Аксарина Е.А. Синоптико-статистический метод прогноза урожая зерновых культур до сева. // Труды ИЭМ. – 1979. – Вып. 13 (91). – с. 16–41.
16. Воронина В.Ф., Худякова А.И. Особенности атмосферной циркуляции в годы с высокой и низкой урожайностью картофеля в Приморье. // Труды ДВНИГМИ. – 1979 – Вып. 85. – С. 62–69.
17. Steyaert L.T., Le Duc S.K., McQuigg J.D. Atmospheric pressure and wheat yield modeling. Agric. Meteorology, 1978, v.19, N.1, p.23–24.
18. Wang Duo, Zhang Tan. Analysis of the long-term fluctuation of the large-scale circulation and corn yield in the North and the South-West of China. Acta Meteorologica Sinica, 1983, v.41, N.4, p.460–471.
19. Руководство по агрометеорологическим прогнозам. Под ред. Улановой Е.С., Моисейчик В.А., Полевого А.Н. – Л.: Гидрометеиздат, т. 1–2, 1984.

20. Федеральная служба государственной статистики. Регионы России. Социально-экономические показатели. // http://www.gks.ru/bgd/regl/b11_14p/Main.htm.
21. U.S. Geological Survey // ftp://e4ftl01.cr.usgs.gov/MODIS_Composites/.

Алгоритм расчета степени деградации почвы

Бондур Валерий Григорьевич, доктор технических наук, академик РАН, профессор;

Рихтер Андрей Александрович, инженер-программист;

Мурынин Александр Борисович, кандидат технических наук

Научный центр аэрокосмического мониторинга «Аэрокосмос» Минобрнауки России и РАН (г. Москва)

В работе предлагается метод оценки степени деградации почв, базирующийся на вегетационном и других индексах подстилающей поверхности. Метод подтвержден на основе наземных наблюдений. Особое внимание уделяется исследованию деградации почвы, вызванной замусориванием территорий. Разработана методика анализа состояния объектов захоронения отходов по данным космических изображений. Получены карты деградации почв для области, включающей Московскую область и также соседние (Тверскую, Ярославскую, Ивановскую, Владимирскую, Рязанскую, Тульскую, Калужскую и Смоленскую области). Приведены результаты работы алгоритма на примере фрагмента этой карты.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, линейная регрессия, деградация почвы, индексы подстилающей поверхности, степень деградации почвы.

A new method for assessment of soil degradation is proposed. The method is based on vegetation and other surface indexes. The method confirmed by ground observations. The special attention is given to study of soil degradation caused by anthropogenic pollution of territories. Developed method for assessment of condition of waste sites based on remote sensing data. Computed soil degradation maps for the following regions: Moscow, Tver, Yaroslavl, Ivanovo, Vladimir, Ryazan, Tula, Kaluga and Smolensk.

Keywords: remote sensing, linear regression, soil degradation, underlying surface indexes, extent of soil degradation.

Введение

Состояние почвы — важный индикатор общего экологического состояния окружающей среды. За последние десятилетия наблюдается тенденция к ухудшению состояния почвы, что приводит к ее деградации. Деградация почв — совокупность процессов, которые приводят к устойчивому изменению функции почвы, количественному и качественному изменению ее свойств, постепенному ухудшению и утрате плодородия [1]. Главной причиной деградации почв является урбанизация и индустриализация территории. В частности, рост числа свалок (от малых до больших) приводит к таким формам деградации почвы, как [5]:

1. Заболачивание — избыточное увлажнение почвы, характеризующееся повышенной кислотностью и низкой плодородностью почвы, выходом на поверхность стоячих или проточных вод, но без постоянного слоя воды на поверхности;

2. Технологическая деградация — в результате длительного использования почвы под жилые или промышленные застройки, разработки полезных ископаемых;

3. Замусоривание — покрытие поверхности почвы слоем мусора, препятствующим нормальному функционированию почвы;

4. Засоление — накопление в верхних горизонтах почвы легкорастворимых солей, препятствующих развитию большинства растений;

5. Опустынивание — характеризуется иссушением земли, увяданием растительности, снижением связности почвы.

Свалок только по Московской области исчисляется числом третьего порядка. Они наносят колоссальный социальный и экономический ущерб народному хозяйству не столько за время своего формирования, сколько после закрытия свалки. Ведь период восстановления длится столетия, а формирование — десятилетия. На территориях бывших полигонов может выжить только выносливая растительность, а лес прорастает с трудом. Использование такой земли под сельскохозяйственные нужды чревато здоровьем и жизнью людей. Большую часть отходов составляют пластификаторы, которые имеют крайне низкую скорость биохимической деградации. А сколько биологических, токсичных и радиоактивных отходов в утробе свалки — точно неизвестно. Свалка выступает как «мина» замедленного действия, реактор, в котором происходит бесчисленное множество самых разнообразных реакций, приводящих к образованию порой неизвестных науке канцерогенов.

Общие концепции, примененные для оценки степени деградации почвы

Для оценки деградации в работе используются n мультиспектральных изображений серий Landsat 4–5 TM: $I = [I_1 \ I_2 \ \dots \ I_n]$.

Изображения расположены в хронологическом порядке съемки. Каждое изображение состоит из 7 каналов, а каждый канал представлен в виде вектора-столбца длины $m = s_1 s_2$, где s_1 и s_2 — число строк и столбцов матрицы канала изображения. Т.о. изображение можно представить в виде матрицы: $I_i = [I_{i1} \ I_{i2} \ \dots \ I_{i7}]$.

В основе оценки деградации почвы лежит расчет индексов состояния растительности, по которым рассчитываются степени деградации почвы. Первая группа параметров рассчитывается для каждого пикселя каждого изображения, вторая — только для каждого пикселя, т.е. является темпоральной характеристикой.

Перечислим используемые индексы состояния растительности [2]: индекс условий роста VCI ; индекс солёности SI ; индекс тепла NT ; индекс влаги NW ; индекс света NL .

Индекс VCI рассчитывается по формуле:

$$VCI = \frac{2 \cdot q_4}{2 \cdot (q_3 + q_4)}, \quad (1)$$

где q_3 — коэффициент спектральной яркости пикселя на третьем канале, q_4 — коэффициент спектральной яркости пикселя на четвертом канале.

Индекс SI рассчитывается по формуле:

$$SI = \frac{1}{350} \sqrt{q_1^2 + q_3^2}, \quad (2)$$

где q_1 — коэффициент спектральной яркости пикселя на первом канале.

Индекс NT рассчитывается по формуле:

$$NT = T - VCI,$$

$$T = \frac{1}{130} \left(\frac{1272.4}{\ln \left(\frac{649.69}{0.0552 q_6 + 1.2378} + 1 \right)} - 203 \right), \quad (3)$$

где q_6 — коэффициент спектральной яркости пикселя на шестом (тепловом) канале, T — нормированная температура поверхности.

Индекс NW рассчитывается по формуле:

$$NW = \frac{1}{60} W - VCI, \quad (4)$$

где W — количество осадков в области пикселя в день съемки (в мм РТ. С.).

Индекс NL рассчитывается по формуле:

$$NL = L - VCI, \quad L = \frac{1}{24} l \cdot b, \quad (5)$$

где l — продолжительность светового дня (в часах), b — бал облачности.

Если T определяется для каждого пикселя, то W , l и b постоянно для некоторой области и определяется по истории метеоданных. На метеостанциях, распределенных по территории РФ, измеряются погодные параметры с некоторой частотой и вводятся в базу метеоданных. Каждая метеостанция контролирует свою область, для каждого пикселя которой каждый погодный параметр считается постоянным. Например, продолжительность солнечного сияния L зависит от l и b . При этом продолжительность светового дня l является в общем случае функцией от времени и от географических координат (широты и долготы). Однако можно для каждого региона получить свою функцию $l(t)$. Так, для Московского региона самый длинный день t_1 21 июня и его продолжительность составляет 17 часов и 33 минуты. Самый короткий день t_2 22 декабря и его продолжительность составляет 4 часа и 12 минут. Продолжительность светового дня L_0 для Московского региона меняется во времени по гармоническому закону, изображенному на рис. 1. L_0 выражена в долях от продолжительности суток (24 часа).

Бал облачности b — концентрация облаков на небе, равно как и количество осадков W , находится в базах метеоданных для соответствующей станции (на один регион станций может быть несколько). Как и L бал облачности b лежит в диапазоне от 0 до 1. Параметр b редко присутствует в базах метеоданных для российских регионов и является платным ресурсом. Поэтому можно положить для всех снимков территории РФ $b = 1$.

Приведенные индексы состояния растительности определяются для каждой даты. Например, индексы NT , NW и NL задают, насколько хорошо растительный покров реагирует на тепло, влагу и свет соответственно в данный момент времени. Т.о. мы имеем дело с системой управления, входными воздействиями которой являются 3 необходимых вида питания растительности (тепло, влага и свет), а реакциями на входные воздействия — качество растительного покрова. Одному входному воздействию соответствует одно значение индекса, временному ряду входных воздействий — соответственно временной ряд индексов. Значения всех индексов лежит в диапазоне от 0 до 1, и чем больше значение индекса, тем хуже качество растительности.

По временному ряду индексов состояния растительности определяются степени деградаций почвы (СДП). Для этого проводятся процедуры темпоральной обработки. Допустим, для некоторого пикселя поверхности земли мы получили n временных отчетов значений индекса солёности SI . Решаем задачу линейной регрессии и строим линейный тренд для этого временного ряда. Полученное уравнение линейного тренда: $y(t) = k \cdot t + b$, где k — коэффициент наклона, b — свободный член. Число, пропорциональное k — значение степени деградации по индексу солёности для данного пикселя. Пикселей ис-

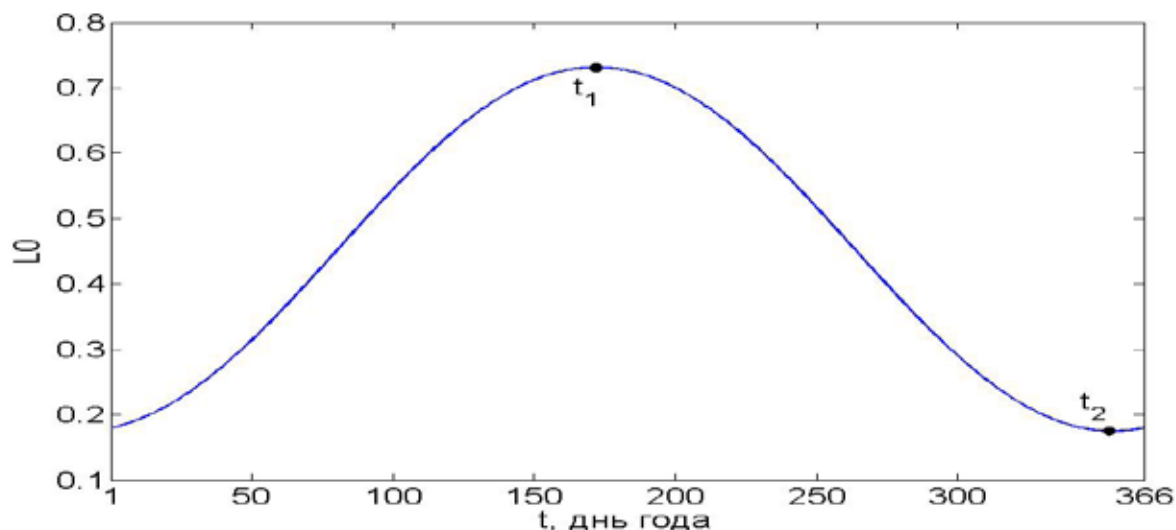


Рис. 1. Продолжительность светового дня от времени года для Московского региона

следуемой территории много — столько, сколько произведение числа строк на число столбцов матрицы изображений (m пикселей). Поэтому целесообразно провести процедуру множественной линейной регрессии и найти значения степеней деградации для всех пикселей изображения одновременно.

Для оценки СДП используются различные индексы состояния растительности [3]:

1. Индекс солёности SI (получаем СДП по индексу солёности RSI);
2. Индекс тепла NT (получаем СДП по индексу тепла RNT);
3. Индекс влаги NW (получаем СДП по индексу влаги RNW);
4. Индекс света NL (получаем СДП по индексу света RNL).

СДП рассчитывается по формуле:

$$СДП = \begin{cases} a \cdot k, & k > 0 \\ 0, & k = 0 \\ b \cdot k, & k < 0 \end{cases}.$$

СДП лежит в диапазоне от -1 до 1 . Если СДП положительна, то присутствует деградация, причем чем больше СДП, тем больше деградация почвы и растительности. Если СДП отрицательна, то деградации нет, происходит восстановление почвы и растительности по данному индексу. Если $RNT_1 < RNT_2 < 0$, то растительность с RNT_1 лучше реагирует на тепло, чем растительность с RNT_2 , что говорит о лучшем состоянии первой.

Значения постоянных a и b для разных степеней деградации почвы показаны в таблице 1. СДП означает скорость деградации, изменение воспроизводства растительного покрова во времени. В таблице 2 показаны критерии степени деградации почвы [4].

Значения СДП отображаются в виде бинарных изображений СДП. Пиксели этих изображений принимают два значения: 0 или 1 . Например, на изображении слабой деградации значение пикселя равно 1 , если СДП этого пикселя лежит в диапазоне $(0...0.2]$, и 0 — в противном случае.

Изображения СДП не всегда удобно воспринимать. Поэтому вводятся функциональная зависимость площади деградации от степени деградации $S(R)$. Каждая точка с координатами $[r\ s]$ функции $S(R)$ задает площадь деградации s поверхности земли, имеющую степень деградации не меньше r . Т.о. функция $S(R)$ монотонно убывает и имеет область определения $0..1$.

Алгоритм расчета степени деградации почвы

Блок-схема алгоритма расчета СДП показана на рис. 2. Стадии алгоритма:

1. Предобработка;
2. Получение индексов состояния растительности и заполнения временного хранилища данными индексов SI , NT , NW и NL ;
3. Получение СДП по индексам солёности, тепла, влаги и света по данным временного хранилища и заполнение ими хранилища данных;
4. Вывод результатов работы алгоритма на экран.

Входными данными алгоритма являются мультиспектральные изображения серий Landsat 4–5 ТМ пространственного разрешения 30 м с 7 спектральными каналами. Снимки берутся малооблачные за долгосрочный период наблюдений — от 10 лет. Выходной информацией являются изображения степеней деградации почвы, зависимостей площади деградации от степени деградации в графической и табличной форме.

Шаг 1. Ввод данных. На специализированных сайтах свободного доступа по скачиванию космических изобра-

Таблица 1

Значения коэффициентов а и b

Название СДП	a	b
СДП по индексу солёности (<i>RSI</i>)	55	85
СДП по индексу тепла (<i>RNT</i>)	65	115
СДП по индексу влаги (<i>RNW</i>)	70	75
СДП по индексу света (<i>RNL</i>)	70	65

Таблица 2

Критерии степеней деградации почвы

Критерий СДП	Значение СДП	Критерий СДП	Значение СДП
Слабая деградация	$0 < \text{СДП} \leq 0.2$	Слабое восстановление	$-0.2 \leq \text{СДПБ} < 0$
Средняя деградация	$0.2 < \text{СДП} \leq 0.6$	Среднее восстановление	$-0.6 \leq \text{СДПБ} < -0.2$
Сильная деградация	$0.6 < \text{СДП} \leq 1$	Сильное восстановление	$-1 \leq \text{СДПБ} < -0.6$

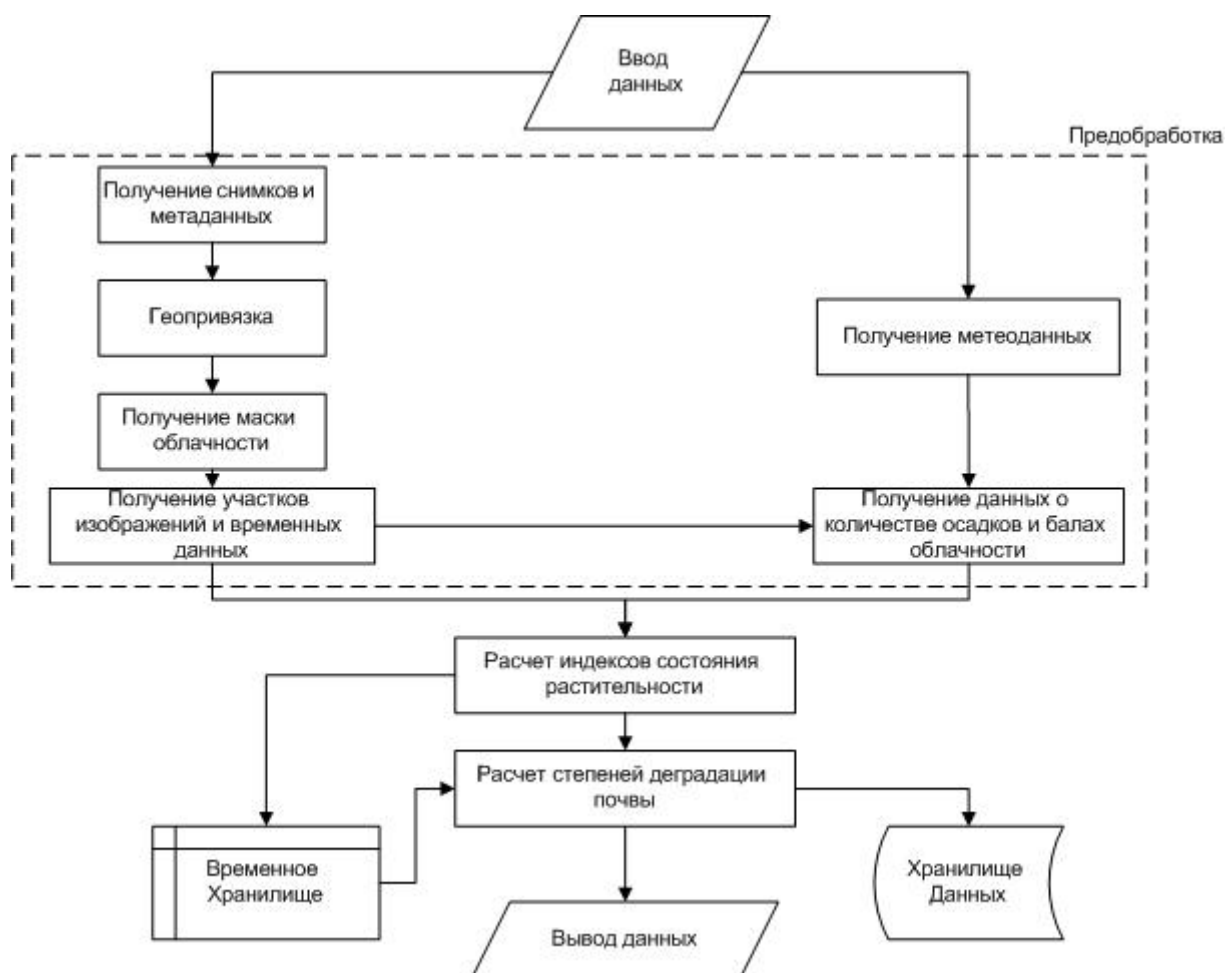


Рис. 2. Блок-схема алгоритма расчета степени деградации почвы

жений настраиваются параметры скачивания космических изображений:

1. Контрольная область: задается многоугольником вводом географических координат вершин с клавиатуры или нажатиями кнопки мыши на карте Земли;

2. Число скачиваемых изображений: чем точнее должен быть расчет, тем больше предельное число скачиваемых изображений;

3. Облачность, т.е. концентрация облаков на снимке: вводится, как можно меньшей;

4. База данных космических изображений: Landsat 4–5 ТМ;

5. Время суток съемки: дневные снимки.

Шаг 2. Получение снимков и метаданных. С помощью программы автоматического скачивания космических изображений осуществляется процедура скачивания изображений на компьютер или сервер. Метаданные обычно присутствуют в папках с изображениями. В случае отсутствия метаданных с сайта скачивается файл расширения *.xls (файл Microsoft Excel) с основными метаданными всех скаченных снимков.

Шаг 3. Геопривязка. В программе ENVI+IDL осуществляется процедура географической привязки всех скаченных изображений либо в интерфейсном режиме, либо программированием. Получаем многоканальное изображение I , вектор номеров снимков S и вектор номеров каналов C :

$$I = [I_1 \quad I_2 \quad \dots \quad I_p], \quad S = [S_1 \quad S_2 \quad \dots \quad S_p], \\ C = [C_1 \quad C_2 \quad \dots \quad C_p],$$

где I_i — вектор-столбец канала C_i мультиспектрального изображения S_i . Номера мультиспектральных каналов C_i лежат в диапазоне от 1 до 7 (для снимков серий Landsat 4 ТМ и Landsat 5 ТМ).

Шаг 4. Получение маски облачности. Маска облачности получается для каждого мультиспектрального изображения с помощью алгоритма автоматической оценки облачности АССА. На выходе получаем бинарное изображение со значениями: 0, если облачности нет и 1, если облачность есть.

Шаг 5. Получение участков изображений и временных данных. Режим геопривязанное изображение I на квадраты заданной стороны (например, 100 пикселей). Получаем участки изображений с p слоями. В каждом участке удаляем слои, для которых в маске облачности существует хотя бы одно значение, равное 1. Также удаляем слои, в которых существует хотя бы одно значение коэффициента спектральной яркости пикселя, равное 0.

По метаданным и векторам S и C строим данные слоев для каждого участка:

$$M = [s \quad c \quad t], \quad t = t1 + \frac{t2}{365.25},$$

где s и c — вектор-столбцы номеров снимков и каналов мультиспектральных изображений, $t1$ и $t2$ — вектор-столбцы годов и дней годов съемки. Элементы векторов s , c и t расположены в соответствии с порядком слоев участка. Сохраняем данные слоев в текстовых файлах.

Шаг 6. Получение метеоданных. Метеоданные можно получить на специализированных сайтах архивов погоды. Обычно они сохраняются в виде матриц, столбцы которых — требуемые для задачи параметры погоды и временные отчеты. Нам нужны данные о количестве осадков и балах

облачности. Сохраняем эти данные для метеостанций, контролирующей область исследования.

Шаг 7. Получение данных о количестве осадков и балах облачности. Зная метеостанцию, контролирующую участок, временные ряды количеств осадков и баллов облачности, полученные на шаге 6, а также данные слоев участков, для каждого участка получаем векторы:

$$VW = [W_1 \quad W_2 \quad \dots \quad W_q], \\ Vb = [b_1 \quad b_2 \quad \dots \quad b_q],$$

где W_i — количество осадков, b_i — балл облачности для слоя i . Можно положить $b_i = 1$.

Шаг 8. Расчет индексов состояния растительности. Для всех участков по формуле (1) для всех пар 3-их и 4-ых каналов (хранятся в векторах s и c) рассчитываем VCI . Для всех участков по формуле (2) для всех пар 1-ых и 3-их каналов рассчитываем SI . Для всех участков, зная VCI , по формуле (3) для всех 6-ых каналов рассчитываем NT . Для всех участков, зная VCI и VW , по формуле (4) для всех 6-ых каналов рассчитываем NW . Для всех участков, зная VCI и L , по формуле (5) для всех 6-ых каналов рассчитываем NL . L находим по формуле (5), зная Vb и зависимость продолжительность светового дня от времени года для данной контрольной области.

Шаг 9. Расчет степеней деградации почвы. Для каждого участка, зная вектор t и временной ряд индексов солености, находим СДП по индексу солености RSI . Для каждого участка, зная вектор t и временной ряд индексов тепла, находим СДП по индексу тепла RNT . Для каждого участка, зная вектор t и временные ряды индексов влаги и света, находим СДП по индексам влаги и света RNW и RNL .

Шаг 10. Вывод данных. Выводим 2 вида данных:

1. Изображения слабой, средней и сильной степеней деградации почвы для контрольной области, сложенной из участков;

2. Функциональные зависимости площадей деградаций от степеней деградаций для контрольной области.

Анализ результатов работы алгоритма расчета степени деградации почвы

Алгоритм расчета СДП был проведен для территории Московского региона и окружающих его регионов (контрольная область). Входными данными алгоритма являются 1033 космических мультиспектральных изображения серий Landsat 4–5 ТМ за период 1983–2012 годы. Выходной информацией являются:

Карты деградаций почвы по индексам солености, тепла, влаги и света контрольной области с разрешением 30 м;

Зависимости площади деградации почвы от степеней деградаций в табличной и графической форме;

Изображения слабой, средней и сильной деградаций.

Покажем результаты работы алгоритма на фрагменте контрольной области. В качестве фрагмента рассмотрим

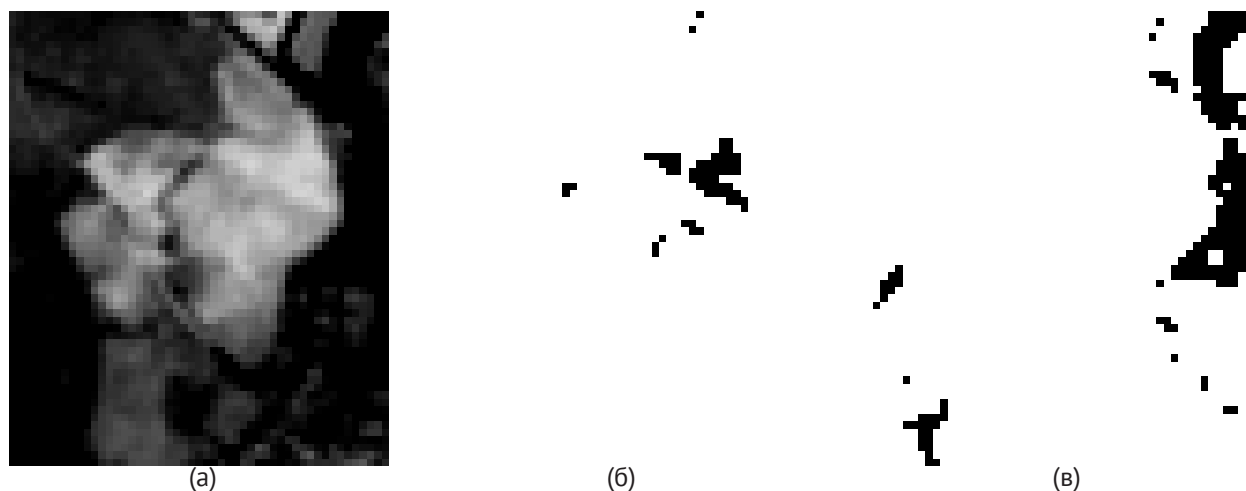


Рис. 3. а) Изображение степени деградации по индексу тепла в общем случае; б) Изображение участков сильной деградации по индексу тепла; в) Изображение участков среднего восстановления по индексу тепла

полигон ТБО Кучино Московского региона (Балашихинский район) и его ближайшую окрестность.

На рис. 3а показано изображение СДП по индексу тепла. Изображения участков сильной деградации почвы — рис. 3б, среднего восстановления почвы — рис. 3в. На рис. 3б и 3в области деградации (восстановления) отмечены черным. Видно, что почва сильно деградировала на участке складирования, причем на тех картах складирования участка, на которых происходит в настоящий момент захоронение отходов. Среднее восстановление почвы наблюдается в основном вблизи водоема (р. Пехорка). Сильного восстановления не наблюдается ни для одной СДП. По изображениям всех СДП, то можно заключить:

Наибольшей деградации по всем СДП подвержен участок складирования;

Отмечена засоленность и заболачиваемость участка складирования и его окрестности, в особенности прилегающего поля;

Лес имеет свойство экранировать влияние загрязнения на почву, тогда как поле более чувствительно к деградации;

Если деградация наблюдается по одному индексу, то по остальным в большинстве случаев она также наблюдается.

На рис. 4 показаны графики зависимости площади деградации территории в гектарах от степени деградации: 1 — для индекса солености, 2 — для индекса тепла, 3 — для

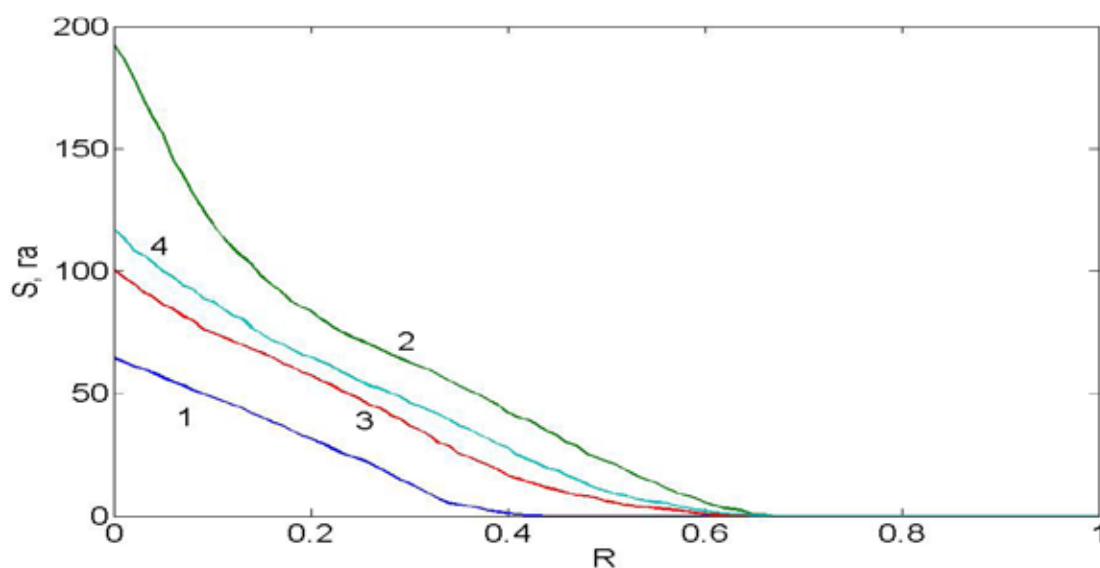


Рис. 4. Значения площади деградации S почвы, имеющую степень деградации не меньше R : (1) — по индексу солености, (2) — по индексу тепла, (3) — по индексу влаги, (4) — по индексу света

индекса влаги, 4 — для индекса света. Чем быстрее убывает характеристика, тем лучше состояние почвы. Однако сравнивать разные характеристики (например, по индексу солености и тепла) нельзя, поскольку каждая из них оказывает свое влияние на состояние растительности. Из графиков видно, что площадь сильной деградации больше 20 га.

Алгоритм можно сделать более эффективным, если использовать снимки более высокого разрешения — можно получить детальные карты деградаций. Возникает возможность оценки химического состава почвы, получения более точной причины деградации, а также прогноза состояния почвы при нынешних условиях эксплуатации почвы и при проведении работ по рекультивации земли.

Литература:

1. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель: Прил к письму Ком. РФ по земел. Ресурсам и землеустройству от 27.03.1995 №3—15/582;
2. Crippen R.E. (1990) «Calculating the vegetation index faster», Remote sensing of Environment, vol 34., pp 71—73;
3. Шовенгердт Р.А., Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений, Москва: Техносфера, 2010. — 560 с., 32 с. Цв. Вкл. ISBN 978—5-94836—244—1;
4. Известия ЮФУ. Технические науки. №6 (131). 2012 г., стр. 131—134, В.Г. Бондур, А.Б. Мурынин, А.А. Рихтер, М.А. Шахрамьян, «Разработка алгоритма оценки степени деградации почвы по мультиспектральным изображениям»;
5. Щербенко Е.В., Мониторинг засухи по данным космических съемок, 4 Всероссийская открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, ИКИ РАН, 13—17 ноября 2006 г., Сборник тезисов конференции.

Протокол голосования со слепыми подписями с одной ЦИК с использованием процедуры генерации ключевой последовательности из нечетких данных

Боршевников Алексей Евгеньевич, студент
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

Данная работа описывает протокол голосования со слепыми подписями с использованием процедуры генерации ключевой последовательности из нечетких данных, а также неформальное доказательство его надежности.

Введение

Политические выборы являются неотъемлемой частью современного демократического общества. На данный момент в большинстве стран для политических выборов до сих пор используются традиционные методы голосования, и лишь в некоторых странах используется электронное голосование. Главным требованием общества к голосованию является его надежность и честность. Чтобы голосование считалось надежным и честным, должны выполняться следующие требования:

1. Правомочность

Заключение

1. В работе показана возможность оценки степени деградации почвы по космическим снимкам на примере снимков Landsat 4—5 TM.

2. Окрестности полигонов твердых бытовых отходов идеально подходят для оценки степени деградации почвы. На примере полигона твердых бытовых отходов Кучино показана масштабная деградируемость растительного покрова как на самом участке захоронения, так и в районе разработки грунта и окрестностей полигона.

3. Исследование деградируемости почвы позволяет строить прогнозы состояния растительности и дает возможность принять необходимые меры по улучшению или не ухудшению плодородности земли и ее воспроизводства.

2. Невозможность проголосовать дважды
3. Анонимность избирателей
4. Невозможность проголосовать за другого избирателя
5. Невозможность тайно изменить голос
6. Частная верификация.

Одним из самых тяжелых требований для современных протоколов является требование невозможности проголосовать за другого избирателя. Для этого в современных электронных протоколах используется предварительная аутентификация пользователей. Отсюда возникает проблема предварительного распределения аутентифициру-

ющей информации. Оптимальным решением является неотделимость такой информации от избирателя. Решением могла бы послужить биометрическая аутентификация, но она не соответствует третьему требованию, то есть анонимности избирателей. Но существует решение и этой проблемы — использование процедуры генерации ключевой последовательности из нечетких данных (ГКПНД).

Протокол голосования со слепыми подписями с одной ЦИК с использованием процедуры ГКПНД

Оригинальный протокол со слепыми подписями и его анализ представлен в работе [1]. Процедура ГКПНД описана в работах [2, с. 112–115][3, с. 948–960][4, с. 3–6].

Перед построением протокола введем следующие обозначения:

$Blind()$ — слепая подпись;

$Mask(;M)$ — процедура маскирования данных с маскирующим параметром M ;

$E_k()$ — процедура шифрования на ключе k симметричного алгоритма шифрования;

$E_{цик}()$ — процедура шифрования на открытом ключе ЦИК асимметричного алгоритма шифрования;

Num_i — номер кандидата i ;

U — ключевая уникальная строка;

$h()$ — хеш-функция;

$h_k()$ — ключевая хеш-функция с ключом k ;

V — открытая строка, по которой вычисляется U ;

a — точка пространства, принадлежащая человеку, по которой генерируются U и V ;

a' — точка пространства, принадлежащая человеку, по которой вычисляется U ;

R — некоторая случайная строка;

\parallel — конкатенация;

\oplus — сложение по модулю 2;

$Rep()$ — процедура, позволяющая восстановить U из соответствующей ей «открытой» строки V и любой точки a' .

Построим протокол голосования со слепыми подписями с одной ЦИК с использованием процедуры ГКПНД:

1) Избиратель генерирует строки U и V

2) Избиратель формирует n наборов (R, Num_i)

3) Избиратель маскирует эти наборы:

$Mask((R, Num_i); M)$

4) Избиратель отправляет по анонимному каналу в ЦИК следующие данные:

$Mask((R, Num_i); M), M, E_{цик}((a', V))$

5) ЦИК проверяет, приходили ли подобные данные

6) ЦИК расшифровывает $E_{цик}((a', V))$ и вычисляет $U' = Rep(a', V)$

7) ЦИК снимает маскировку с $Mask((R, Num_i); M)$

8) ЦИК заносит в свою базу данных следующие записи:

$h(U' \oplus R), U'$

9) ЦИК подписывает все значения из $n-1$ наборов Num_i :

$Blind(Num_i)$

10) ЦИК маскирует и отправляет избирателям следующие данные:

$Mask((R, Blind(Num_i)))$

11) Избиратель снимает маскировку с данных и получает наборы $(R, Blind(Num_i))$

12) Избиратель выбирает один из наборов $(R, Blind(Num_i))$ и формирует бюллетень следующего вида: $h(U \oplus R), E_U(Blind(Num_i)), h_U(h(U \oplus R) \parallel E_U(Blind(Num_i)))$

13) Избиратель отправляет в ЦИК бюллетень.

14) ЦИК проверяет неизменность данных, расшифровывает голос и отмечает в базе данных то, что избиратель с уникальной строкой U' проголосовал.

15) ЦИК вычисляет значение $h(U')$ и выкладывает пару $(h(U'), Num_i)$ в открытый доступ для проверки голоса

16) Избиратель проверяет свой голос. Если он правилен, то он отправляет в ЦИК пару $(h(U \oplus R), h_U(h(U \oplus R) \parallel 1))$

17) Иначе отправляется:

$h(U \oplus R), E_U(Blind(Num_i)), h_U(h(U \oplus R) \parallel E_U(Blind(Num_i)) \parallel 0)$.

Как только пользователь отошлет $(h(U \oplus R), h_U(h(U \oplus R) \parallel 1))$, голос будет учтен.

Неформальный анализ протокола

Проанализируем данный протокол.

Данный протокол правомочный, т.к. могут проголосовать только зарегистрированные пользователи. Это обеспечивает ведение ЦИК базы данных на шагах 8 и 14.

Требование невозможности проголосовать дважды выполняется, так как на шаге 14 ЦИК отмечает проголосовавших избирателей.

Анонимность избирателей вытекает из использования процедуры ГКПНД. На шаге 4 используется анонимный канал, в остальных случаях ЦИК работает исключительно с определенными данными, а не с конкретными людьми.

Невозможность проголосовать за другого избирателя вытекает из задания процедуры ГКПНД, т.е. если данные представит другой избиратель, то уникальная строка не будет восстановлена.

Невозможно тайно изменить свой голос, так как при прохождении шагов 13, 16, 17 избиратель передает свой голос ЦИК, которая фиксирует этот голос.

Шаг 16 обеспечивает частную верифицируемость избирателям.

В данном протоколе не предусмотрена глобальная верифицируемость.

Возможные шаги, на которых злоумышленник может атаковать — 4, 10, 13, 16, 17. Злоумышленник может совершить случайную атаку на 4 шаге, однако при перехвате данных он не будет знать, чьи это данные. Но на этом шаге он может вычислит пары (R, Num_i) , а также будет знать значение $E_{цик}((a', V))$. Если злоумышленник сможет узнать значение (a', V) и вычислить $Rep(a', V)$, то он сможет пройти все этапы, симитировав избирателя, т.е. произвести атаку типа имитации. Настоящий избиратель может

заметить мошенничество уже после подтверждения голоса. Поэтому необходимо ввести процедуру аннулирования голосов. Но если ввести такую процедуру, то можно ожидать мошенничества со стороны избирателей, которые могут, сговорившись сорвать голосование. Поэтому голосование должно предусматривать аннулирование результатов при некотором количестве опротестованных голосов. Также должен быть надежен шифр $E_{\text{цик}}((a', V))$.

Атаки в шагах 10, 16 не дают злоумышленнику какой-либо ценной информации.

Стойкость протокола при случайной атаке в шагах 13, 17 зависят исключительно от стойкости зашифрованных данных.

Литература:

1. Schneier B. Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, и Source Code in C-
Published by John Wiley'Sons, Inc., 1994
2. Корнюшин П.Н., Гончаров С.М., Харин Е.А. Построение систем биометрической аутентификации с использованием генератора ключевых последовательностей на основе нечетких данных. //Материалы 50-й всероссийской научной конференции. — Владивосток: ТОВМИ, 2007. — Т.2
3. Uludag U., Pankanti S., Jain A. Biometric cryptosystems: issues and challenges — Proceedings of the IEEE 92. — 2004
4. Dodis Y., Reyzin L., Smith A. Fuzzy Extractors — Proceedings from Advances in Cryptology, EuroCrypt, 2008

Задача о назначении с дополнительными работами и исполнителями

Кузовлев Дмитрий Игоревич, аспирант;

Тизик Александр Петрович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;

Тресков Юрий Павлович, научный сотрудник

ФГБУН Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН (г. Москва)

Предложен новый метод решения задачи о назначении, основанный на декомпозиции исходной задачи на ряд двумерных оптимизационных задач. Целочисленность и монотонность по целевой функции итерационного процесса решения обеспечивает конечность алгоритма. В результате может получиться или единственное оптимальное решение исходной задачи о назначении, или система ограничений, из которой можно получить все оптимальные решения.

Введение. В [1] предлагается метод решения классической транспортной задачи, основанный на декомпозиции исходной задачи на последовательность двумерных задач с последовательно модифицируемыми целевыми функциями. В настоящей работе метод распространяется на случай задачи о назначении, когда имеются дополнительные работы и исполнители, а затраты линейно зависят от соответствующих слабых переменных. Тем самым, алгоритм [1] напрямую переносится на важный

Также возможно мошенничество со стороны ЦИК, в котором оно может попытаться голосовать вместо избирателей, используя старые ключевые последовательности. Для избежания этого для каждого нового голосования должны генерироваться уникальная последовательность U и строка V .

Выводы

В ходе проделанной работы был получен протокол голосования со слепыми подписями с одной ЦИК с использованием процедуры ГКПНД и проведен неформальный анализ безопасности данного протокола.

класс нелинейных задач транспортного типа.

1. Постановка задачи. Имеется, как и в обычной задаче о назначении p работ и p исполнителей. Стоимость выполнения j -ой работы i -ым исполнителем равна $c_{ij} \geq 0$. Кроме того, имеются еще p дополнительных работ. Каждую j -ую дополнительную работу может выполнять только j -й исполнитель. Имеется также p дополнительных исполнителей. Каждый i -ый дополнительный исполнитель может выполнять только i -ую (обычную, не дополнительную работу). Стоимость выполнения j -й дополнительной работы равна $d_j \geq 0, 1 \leq j \leq n$, стоимость работы i -го дополнительного исполнителя $e_i \geq 0, 1 \leq i \leq n$. Задача состоит в минимизации общей стоимости выполнения работ при обеспечении выполнения всех обычных работ.

Формальная запись задачи:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i = 1, 1 \leq i \leq n \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} + w_j = 1, 1 \leq j \leq n \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^n d_i y_i + \sum_{j=1}^n e_j w_j \rightarrow \min \quad (3)$$

$$x_{ij}, y_i, w_j, 1 \leq j \leq n, 1 \leq i \leq m - \text{принимают значения нуль или единица.} \quad (4)$$

Кроме того, будем считать c_{ij} четными числами, что не ограничивает общности рассмотрения.

2. Метод решения задачи. Положим $c_{ij}^1 = c_{ij}^2 = \frac{c_{ij}}{2}$ и образуем 2n оптимизационных задач с одним ограничением. Первый этап. Сформируем $m+n$ одномерных задач.

Первые n оптимизационных задач:

$$\sum_{j=1}^n c_{ij}^1 x_{ij} + d_i y_i \rightarrow \min \quad (5)$$

при ограничениях (4) и при i – m ограничении из (1), $1 \leq i \leq n$.

Вторые n оптимизационных задач:

$$\sum_{j=1}^n c_{ij}^2 x_{ij} + e_j w_j \rightarrow \min \quad (6)$$

при ограничениях (4) и при j – m ограничении из (2), $1 \leq j \leq n$.

Задачи вида (1), (4), (5) и (2), (4), (6) решаются простым выбором переменной, у которой целевой функции минимальный коэффициент. Если минимальных коэффициентов несколько, то в качестве решения записывается, что сумма соответствующих переменных равна единице.

Если объединение оптимальных решений всех 2n задач (1), (4), (5) и (2), (4), (6) является допустимым решением задачи (1) – (4), то оно является оптимальным решением задачи (1) – (4).

В противном случае начинается итерационный процесс решения n^2 оптимизационных задач с двумя ограничениями – по одному ограничению из (1) и (2) и с целевой функцией, в которой из (3) присутствуют только переменные, которые имеются в выбранных ограничениях. Первая задача с двумя ограничениями запишется:

$$\sum_{j=1}^n x_{1j} + y_1 = 1 \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{i1} + w_1 = 1 \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^n c_{1j}^1 x_{1j} + \sum_{i=1}^n c_{i1}^2 x_{i1} + e_1 w_1 + d_1 y_1 \rightarrow \min \quad (9)$$

при ограничениях (4).

Если $c_{11} < \min_{i,j \neq 1} \{c_{1j}^1 + c_{i1}^2, c_{1j}^1 + e_1, c_{i1}^2 + d_1, d_1 + e_1\}$, то оптимальным решением задачи (4), (7)–(9) будет x_{11} .

Если $c_{11} > \min_{i,j \neq 1} \{c_{1j}^1 + c_{i1}^2, c_{1j}^1 + e_1, c_{i1}^2 + d_1, d_1 + e_1\}$, то в оптимальное решение задачи (4), (7)–(9) со значением 1 войдут переменные с индексами, на которых реализуется

$$\min_{i,j \neq 1} \{c_{1j}^1 + c_{i1}^2, c_{1j}^1 + e_1, c_{i1}^2 + d_1, d_1 + e_1\}$$

Если

$$c_{11} = \min_{i,j \neq 1} \{c_{1j}^1 + c_{i1}^2, c_{1j}^1 + e_1, c_{i1}^2 + d_1, d_1 + e_1\},$$

то в качестве решения в обоих ограничениях записывается x_{11} в сумме той переменной, с индексом которой реализуется выписанный минимум.

После решения задачи пересчитываются c_{11}^1 и c_{11}^2 . Если c_{11} меньше соответствующего минимума (для определенности пусть это будет $d_1 + e_1$), то получаем $c_{11}^1 \leq d_1$ и $c_{11}^2 \leq e_1$. Если c_{11} равно минимуму, то полагаем $c_{11}^1 = d_1$ и $c_{11}^2 = e_1$. Если c_{11} больше минимума, то полагаем $c_{11}^1 \geq d_1$ и $c_{11}^2 \geq e_1$. Всегда можно сделать это так, что c_{11}^1 и c_{11}^2 будут целыми числами. Описанные значения величин c_{11}^1 и c_{11}^2 обеспечивают совпадение объединения оптимальных решений двух задач с одним ограничением с оптимальным решением задачи с двумя ограничениями.

Так же, как и в общем случае обобщенной транспортной задачи [1], имеет место монотонное возрастание суммы значений целевых функций всех n^2 задач с двумя ограничениями. В силу ограниченности и целочисленности процесса предел достигается за конечное число шагов. Если по достижении предела объединения оптимальных решений задач с одним ограничением является допустимым решением задачи (1)–(4), то тем самым получено оптимальное решение исходной задачи (1)–(4).

Предельное состояние множества задач с одним ограничением не обязательно непосредственно позволяет получить оптимальное решение исходной задачи. Такую ситуацию назовем вырождением. Вопросы вырождения рассматривали в [1]. Вырождение имеет место и в приводимом ниже примере. Состояние вырожденности преодолевается дополнительными процедурами.

3. Пример. Имеется 5 обычных работ и 5 обычных исполнителей. Кроме того, имеется 5 дополнительных работ, не обязательных для выполнения, и 5 дополнительных исполнителей, которым не обязательно предоставлять работу. Необходимо минимизировать общие расходы при выполнении всех обычных работ и предоставлении работы всем обычным исполнителям. Формальная запись задачи:

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij} + y_i = 1, \quad 1 \leq i \leq 5$$

$$\sum_{i=1}^5 x_{ij} + w_j = 1, \quad 1 \leq j \leq 5$$

$$\begin{aligned} & 8x_{11} + 10x_{12} + 12x_{13} + 6x_{14} + 4x_{15} + 14x_{21} + 16x_{22} + \\ & + 18x_{23} + 4x_{24} + 2x_{25} + 20x_{31} + 22x_{32} + 24x_{33} + 12x_{34} + \\ & + 10x_{35} + 26x_{41} + 28x_{42} + 30x_{43} + 14x_{44} + 12x_{45} + \\ & + 32x_{52} + 34x_{53} + 36x_{54} + 16x_{55} + 14x_{55} + 12y_1 + \\ & + 14y_2 + 8y_3 + 18y_4 + 10y_5 + 5w_1 + 7w_2 + 9w_3 + \\ & + 11w_4 + 13w_5 \rightarrow \min \end{aligned}$$

Объединение оптимальных решений задач с одним ограничением не является допустимым решением исходной задачи.

к поиску новейших разработок производителей системного «железа», их преимуществ и недостатков в отличие от более ранних.

Тем самым учитель, введя исследовательскую деятельность, побуждает учащихся тонко чувствовать проблемность ситуаций, с которыми они сталкиваются, и уметь ставить перед собой реальные задачи в понятной форме. Учитель выступает в качестве координатора исследовательской деятельности и партнера учеников, избегая директивных приемов. Стараются увлечь учащихся проблемой и процессом ее глубокого исследования, стимулировать критическое и творческое мышление при помощи поставленных вопросов.

В процессе выполнения исследовательской работы используются конспекты учебной информации, методики и алгоритмы, что позволяет произвольно запоминать основной материал темы, расширять и углублять его, а также развивать творческие умения и умения применять знания в практических ситуациях. Все это помогает развивать как успешного, так и менее успешного ученика.

Ключевым моментом является то, что на каждой ступени работы проводится рефлексия. Рефлексия поможет понять свои сильные и слабые стороны, скоординирует движение вперед к достижению поставленной цели. Во время решения исследовательской задачи учащийся обязательно столкнется с проблемой отсутствия готовых решений, алгоритмов решения задачи и ему придется самостоятельно искать решение для поставленной задачи. При выполнении исследовательских задач между учеником и учителем возникают партнерские отношения, которые имеют немаловажное значение, за счет системы систематических встреч в обсуждении проблем. Очень важным на каждом этапе является создание ситуации успеха. Даже когда успехи более скромные, они должны быть отмечены. Это помогает воспитывать уверенность в себе, а, следовательно, следующий шаг в науку будет более уверенный, а успех более значительный.

Используя элементы научно-исследовательской работы в учебном процессе, мы решаем многие задачи, поставленные перед учителем информатики. Создаем условия для формирования элементов информационной культуры учащихся, создаем условия для овладения на-

выками самообразования и саморазвития, способствуем умению использовать текстовые и графические редакторы, цифровые ресурсы, даем возможность интегрировать информатику с другими предметными областями, и самое немаловажное создаем условия для выявления одаренных учащихся.

Исследовательская работа может выполняться как индивидуально, так и группой учащихся.

Работая один, учащийся овладевает знаниями в своем темпе, выбирает индивидуальный маршрут изучения поставленной задачи сам, это позволяет учителю видеть трудности, с которыми он сталкивается, и своевременно оказывать ему необходимую помощь в работе. Более сильным ученикам, как правило, ставятся более сложные задачи, для менее успевающих можно поставить задачи попроще.

При работе в группе возникает интенсивный обмен информацией, поэтому групповые формы эффективны в группах с участниками различного уровня подготовки и мотивации. Усвоение знаний и умений происходит результативнее приобщении учащихся с более подготовленными товарищами. Эта форма может отражать реальное разделение труда в коллективе, работающем над одной задачей.

Для приобретения законченного вида, работа ученика должна быть представлена перед заинтересованной аудиторией. Одним из вариантов представления работы может быть выступление на уроке-семинаре, участники услышат мнение о своей работе и комментарии других участников. Представляя результаты своей работы, ученики могут наглядно представить элементы системного «железа», если это является предметом исследования и представляется возможным. Использование презентаций с помощью мультимедийных технологий, также способствует усвоению учебного материала по теме их применения.

Исследовательская работа является одним из инструментов развития метапредметных умений, позволяет получить дополнительную информацию и знания по предмету, учит публично представлять результаты работы на конференциях и семинарах. Привлекая учащихся к исследовательской работе, не следует забывать и том, что она имеет также важное воспитательное значение.

Литература:

1. Леонтович А.В. Исследовательская деятельность учащихся (основные положения). / Сборник статей «Исследовательская деятельность учащихся». — М., 2003.
2. Педагогика и психология высшей школы: учебное пособие / под ред. М.В. Булановой-Топорковой. — Ростов н/Д: Феникс, 2002.
3. Файн Т.Д. Поэтапные действия по формированию исследовательской культуры школьников // Практика административной работы в школе. 2003. № 7.

Метод обнаружения автомобилей на аэрокосмических снимках

Симоненко Иван Владимирович, аспирант;

Матвеев Иван Алексеевич, кандидат физико-математических наук, зав. сектором

Вычислительный центр имени А.А. Дородницына РАН (г. Москва)

Представлен алгоритм обнаружения автомобилей на цветных изображениях, полученных аэрофотосъёмкой. Подходом к решению является то, что большинство автомобилей окрашено в один цвет и имеет сходные размеры. Это позволяет выделять автомобили на фоне как области с цветовыми характеристиками, отличающимися от фоновых, и имеющие определённые размер и форму. Области строятся путём иерархического объединения более мелких на основании сходства цветовых и пространственных характеристик. Проведено тестирование алгоритма на наборе изображений, содержащих в общей сложности 2226 автомобилей.

Введение, постановка задачи. Быстрое развитие средств аэрофотосъёмки (особенно беспилотных летательных аппаратов), позволяющее оперативно получать значительное количество изображений, равно как и развитие вычислительных средств, дающих возможность обрабатывать эту информацию в реальном или близком к реальному масштабе времени, ставит новые интересные задачи. Одна из таких задач — распознавание объектов автомобильного транспорта на изображениях аэрофотосъёмки [1]. Входными данными служат изображения в масштабе 5–10 см/пиксель (так что автомобиль занимает по длине область размером 30–100 пикселей), цветные (3 канала — красный, зелёный, синий), глубина цвета 8 бит. Требуется найти автомобили (их положение, ориентация, размеры) с минимальным количеством ошибок первого и второго рода (пропуск/ложное обнаружение).

Существующие подходы к решению задачи можно разделить на три основных класса: выделение границ областей на изображении и обнаружение характерных контуров машин (например, [2,3]), использование корреляторов в схеме АдаБуст (например, [4]) и выделение областей с определёнными характеристиками (например, [5,6]). Первые два подхода используются на чёрно-белых изображениях, третий — как правило, на цветных. В представленной работе используется именно третий подход — выделение областей на изображении на основании цветовых характеристик составляющих их точек. В статьях, опирающихся на этот метод, изученных авторами, точки областей интереса (автомобилей) дискриминируются от фона на основании разнообразных эвристик (кластеризация в цветовом пространстве, байесовский подход, работа с последовательностью изображений и др.) после чего из этих точек составляются области. В данной работе используется иерархическое объединение точек в укруп-

няющиеся области на основании сравнения цветовых и пространственных характеристик этих областей.

Метод решения. Метод основан на выделении областей с близкими цветовыми характеристиками. Такой подход оправдан тем, что большинство автомобилей имеет однотонную окраску и при этом тон этой окраски, как правило, отличается от фоновой (дорога, растительность). Основные стадии работы алгоритма таковы:

- выделение тоновых характеристик (исключение влияния затенения на цвет);
- формирование областей одинакового тона;
- выделение однотонных областей гипотетических автомобилей;
- вычисление признаков областей и отбраковка.

Рассмотрим каждый шаг подробнее.

Выделение тоновых характеристик. Основное модельное ограничение, эксплуатируемое в данном подходе — однотонность окраски автомобиля. Автомобили, раскрашенные в несколько цветов, составляют весьма малую часть (не более 1 %) от общего количества, и погрешность (доля пропущенных автомобилей), создаваемая этим ограничением, представляется приемлемой. Видимый цвет окрашенных участков автомобиля задаётся цветом окраски и затенением (углом падения света на окрашенную поверхность). Бликами пренебрегаем.

Обозначим три (красную, зелёную и синюю) цветовые компоненты исходных точек как R , G , B , составленный из них вектор цвета $\vec{C} = (R, G, B)^T$. Нормализованные компоненты также составляют трёхмерный вектор $\vec{c} = (r, g, b)^T$. Для компенсации затенения, то есть уравнивания цвета одинаково окрашенных, но разному освещённых участков можно использовать несколько подходов. Из всех вариантов выбрана следующая нормировка:

$$r = \frac{R}{R + G + B}, \quad g = \frac{G}{R + G + B}, \quad b = \frac{B}{R + G + B}.$$

Запись в векторном виде: $\vec{c} = \vec{C} / \|\vec{C}\|_{L_1}$. Учитывая то, что значения цветовых компонент задаются в диапазоне [0; 255], необходимо также домножить на 255, получая в итоге:

$$\vec{c} = \frac{255\vec{C}}{\|\vec{C}\|_{L_1}}, \quad \text{или} \quad r = \frac{255R}{R + G + B}, \quad g = \frac{255G}{R + G + B},$$

$$b = \frac{255B}{R + G + B}$$

Можно заметить, что нормированные компоненты, в отличие от исходных, линейно зависимы: $r + g + b \equiv 255$. Таким образом проявляется исключение яркости.

На Рис. 1 приведён пример исходного изображения (часть исходного изображения аэрофотосъёмки, размером).



Рис. 1. Исходное изображение

Дальнейшая работа происходит в нормированных цветах.

Формирование областей одинакового тона. Задача состоит в выделении областей одинакового цветового тона, то есть в объединении соседних точек, имеющих одинаковый или близкий цветовой тон, в области. Подход к решению — последовательное слияние близких по цветовым характеристикам областей. Сначала опишем алгоритм в целом.

Область W может включать в себя единственную точку изображения $W = \{(x, y)\}$ или группу точек $W = \{(x, y)_1, \dots, (x, y)_k\}$. У областей заданы их *соседи* (такие же области) $N(W) = \{W_1, \dots, W_s\}$, определяемые по принципу 4-связности. Область может иметь от одного до неопределённо большого (ограниченного сверху количеством точек изображения) числа соседей. Вырожденный случай — отсутствие соседей — достигается если всё изображение объединено в одну область. В каждой точке (x, y) изображения три компоненты яркости $\vec{c}(x, y) = (r, g, b)^T$ назовём *цветовой характеристикой* этой точки. Аналогично, цветовые характеристики области $\vec{c}(W)$ — такие же как у точки три цветовых компонента, являющиеся усреднением по всем точкам,

включенным в область $\vec{c}(W) = \langle \vec{c}(x, y) \rangle_{(x, y) \in W}$.

Для каждой области в процессе построения определяется общая яркость $\vec{B}(W) = \sum_{(x, y) \in W} \vec{c}(x, y)$ по трём компонентам включенных в неё точек и их количество $M(W) = |W|$, что позволяет быстро вычислять среднюю яркость: $\vec{c}(W) = \vec{B}(W) / M(W)$. Области могут быть сравнены по их цветовым характеристикам (а также по размерам). Если характеристики близки, то есть различие между характеристиками множеств меньше некоторого порога $\rho(W_1, W_2) < T$, и области являются соседями $N(W_1) \ni W_2$ (то есть хотя бы одна точка одной 4-связна с хотя бы одной точкой другой), то области объединяются $W_3 = W_1 \cup W_2 = \{(x, y) : (x, y) \in W_1 \text{ or } (x, y) \in W_2\}$. Каждое *объединение* производится для двух и только двух областей W_1 и W_2 , в результате появляется новая (*родительская*, хотя данный термин не совсем удачен) область W_3 , которая имеет тех же соседей, что и исходные области $N(W_3) = (N(W_1) \cup N(W_2)) \setminus W_1 \setminus W_2$, а её яркости и число точек являются суммами соответствующих характеристик исходных областей $\vec{B}(W_3) = \vec{B}(W_1) + \vec{B}(W_2)$, $M(W_3) = M(W_1) + M(W_2)$. Такая новая область делается *активной* (то есть может участвовать в дальнейших объединениях), а две объединённые в неё области становятся пассивными и в дальнейших объединениях не участвуют. На каждом шаге t работы алгоритма существует упорядоченный список *активных областей* $L_t = \{W_{t,1}, \dots, W_{t,s}\}$, то есть таких, которые ещё не слились ни с какими другими и являются отдельными.

В начальный момент при инициализации список активных объектов заполняется точками изображения $L_0 = \{W_{0,1}, \dots, W_{0,XY}\}$, $W_{0,s} = \{(x, y)_s\}$, $M_{0,s} \equiv 1$, $\vec{B}_{0,s} = \vec{c}((x, y)_s)$, $N_{0,s} = \{W_{0,s-X}, W_{0,s-1}, W_{0,s+1}, W_{0,s+X}\}$. Последняя запись означает, что соседями каждого элементарного множества становятся четыре других элементарных множества, полученных из соответствующих точек раstra. На каждом шаге алгоритма из списка активных областей выбирается очередная и производится анализ возможности объединения с каждым из её соседей. Если такое объединение возможно, оно происходит. В каждом *проходе* алгоритма просматривается список всех активных областей. Один проход алгоритма объединения (то есть анализ всех активных областей, имеющихся в момент начала прохода, но не новых, появившихся во время прохода) называется также *поколением*. Алгоритм заканчивает работу, когда при очередном проходе не произведено ни одного объединения, то есть никакие две активные области не могут более слиться при заданных требованиях на слияние.

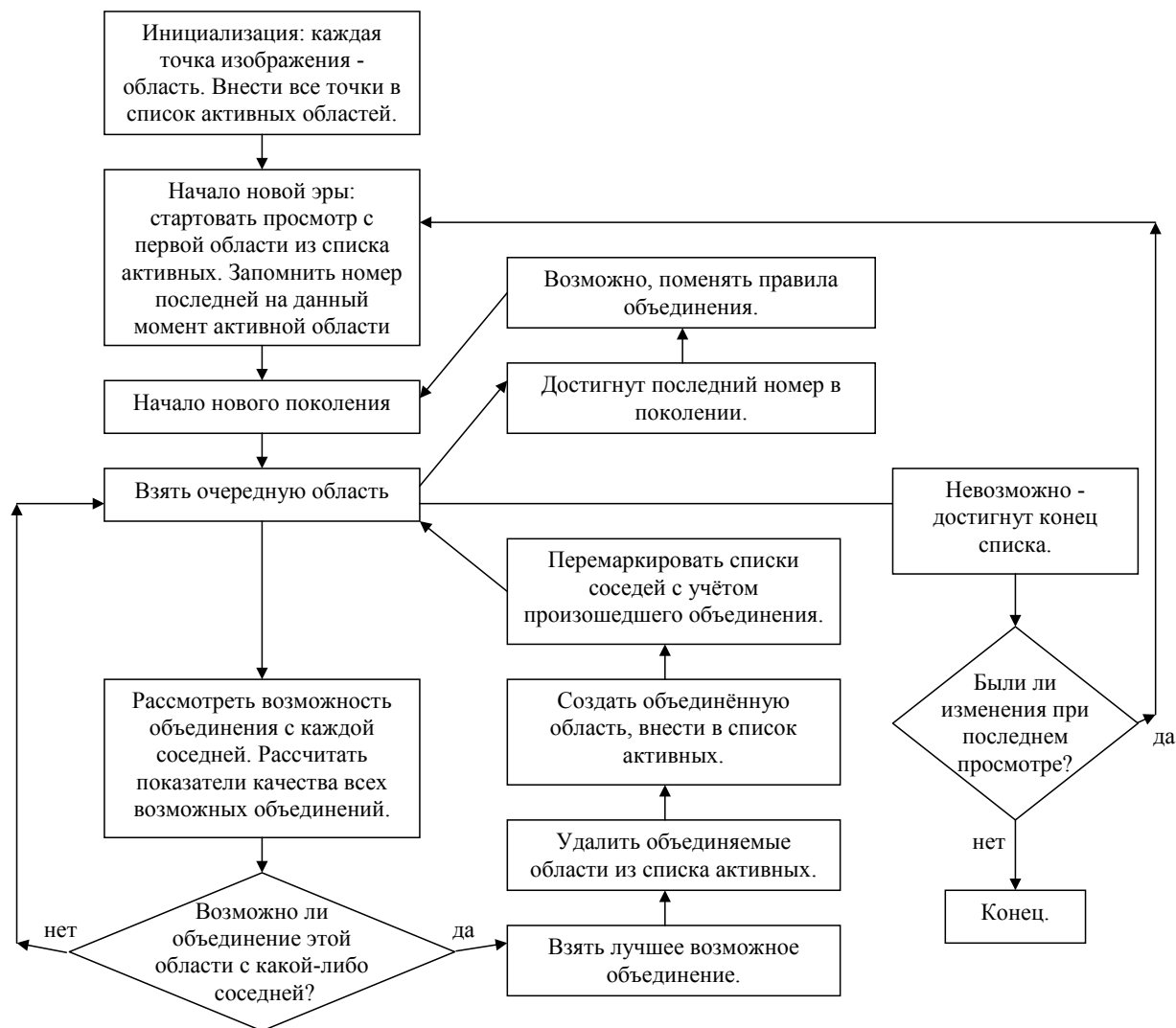


Рис. 2. Блок-схема алгоритма объединения областей

Требования на слияние при разных проходах могут различаться. Список активных областей организован как очередь FIFO (первый вошёл, первый вышел), новые активные области добавляются в конец. Таким образом, после n -го прохода в результате произведённых объединений список активных областей удлинится и $n + 1$ -й проход производится просто как продолжение сканирования списка активных областей, без возврата в начало списка. В конце концов случается так, что при очередном проходе не происходит ни одного слияния и алгоритм должен был бы завершить работу. Однако, при этом остаются активные области, которые были пропущены при первом сканировании (если активная область была пропущена, то она более не рассматривается, поскольку возврата в начало списка не производится). Эти активные области могут быть объединены (с учётом того, что правила объединения могут изменяться в разных проходах). Поэтому имеет смысл произвести сканирование списка активных областей, с самого начала. Такое сканирование (последовательность проходов или поколений) начиная

с первой активной области до тех пор пока очередной проход не будет безрезультатен, называется *эрой*. Окончательно алгоритм прекращает работу, когда в результате прохождения эры не было зафиксировано ни одного слияния (в этом случае эра вырождена в один проход, также безрезультатный).

Представим работу алгоритма в виде блок-схемы (Рис. 2).

Оценим алгоритмическую сложность. Рассмотрим идеальный случай изображения, заполненного единственным цветом (которое будет объединено в единственную область). Пусть изображение имеет размер N пикселей. В первом проходе они объединятся в $N/2$ пар (краевыми эффектами пренебрегаем), во втором — в $N/4$ четвёрок и так далее. Всего будет осуществлён $N - 1$ акт объединения. Очевидно, что число объединений равно разности числа точек изображения и числа полученных в конце работы областей. Значит, для изображений более сложной структуры объединений будет меньше. Таким образом, по объединениям сложность ал-



Рис. 3. Слева: малый фрагмент изображения, представленного на Рис. 1; справа: двадцать пятое поколение (в псевдоцветах) – окончание работы алгоритма.

горитма линейная. Сложность по просмотрам. В самом худшем случае при каждом просмотре будет происходить лишь одно объединение, и каждый следующий просмотр будет анализировать лишь на одну пару меньше и число сравнений областей будет пропорциональным квадрату числа точек изображения. Таким образом, сложность по просмотрам – квадратичная. Однако, для реальных изображений с большими областями приблизительно равных оттенков, которые объединятся в первых же поколениях, квадратичное возрастание сложности произойдёт лишь на окончательных стадиях работы метода, когда число активных областей будет очень невелико по сравнению с их начальным количеством. Общее число операций возрастёт незначительно.

На Рис. 3 дан примеры работы алгоритма на малом фрагменте изображения Рис. 1. Видно, что из присутствующих на фрагменте два автомобиля выделены в виде областей, но одна из этих областей включает в себя шумовой выброс.

Выделение однотонных областей – гипотетических автомобилей. Автомобили выделяются прежде всего как области, имеющие определённую площадь, т.е. содержащие определённое число точек. Учитывая известный масштаб изображения можно выбрать пороги количества точек в объектах, соответствующие размеру автомобиля на изображении. В представленных расчётах были использованы пороги $500 < M < 5000$, где M – число точек объекта. На Рис. 4. слева изображены области изображения Рис 1., попадающие в это ограничение. Видно, что из присутствующих на исходном изображении восьми автомобилей восемь остались в виде областей примерно совпадающих размеров,

а один распался на две области. Видно, что наряду с автомобилями имеется достаточно много других областей. Основная их доля отсекается на следующем шаге при анализе формы.

Вычисление признаков областей и отбраковка.

Прежде всего изображение автомобиля – компактная область точек, приблизительно прямоугольной формы с отношением большой и малой сторон отличающимся от единицы, но не слишком большим. Исходя из этого можно воспользоваться моделью эквивалентного эллипса. Требования к эллипсу таковы:

отношение большой и малой полуосей: $1.3 < \frac{a}{b} < 3$ (машина не должна быть квадратной и не должна быть очень длинной);

$\pi ab < 2M$ (площадь эквивалентного эллипса инерции не должна намного превосходить площадь области, то есть область должна быть «сплошной», не содержать дыр и длинных выступов).

На Рис. 4. справа представлены области, прошедшие отбраковку по эллиптичности. Видно, что семь из восьми машин, имеющихся на Рис. 1. выделены, восьмая потеряна. Кроме того, имеется шесть лишних объектов (не машин).

Экспериментальная проверка. Были проведены тесты на наборе 46 изображений городской и сельской местности, содержащих в общей сложности 2226 автомобилей. На этих изображениях было обнаружено 1613 автомобилей (72,5%, т.е. ошибка первого рода составляет 17,5%) и было допущено 2452 ложных срабатывания. Эти характеристики не являются удовлетворительными, алгоритм нуждается в дальнейшей доработке.



Рис. 4. Слева: области изображения, представленного на Рис. 1., удовлетворяющие ограничениям по площади (числу точек); справа: области, удовлетворяющие ограничению по форме; тёмные – соответствуют автомобилям, светлые – ошибки ложного обнаружения.

Литература:

1. Бондур В.Г., Старченков С.А. Методы и программы обработки и классификации аэрокосмических изображений // Изв. ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2001. №3. с. 118–143.
2. Sotelo M.A., Nuevo J., Bergasa L.M. et al. Road Vehicle Recognition in Monocular Images // Proc. IEEE ISIE 2005. V.4. P.1471–1476.
3. Zhao T., Nevatia R. Car Detection in Low Resolution Aerial Image // Proc. IEEE ICCV 2001. V.1. P.710–717.
4. Negri P., Clady X., Hanif S.M. et al. A Cascade of Boosted Generative and Discriminative Classifiers for Vehicle Detection // EURASIP J. Advances in Signal Processing. 2008. Article ID 782432.
5. Tsai L.-W., Hsieh J.-W., Fan K.-C. Vehicle Detection Using Normalized Color and Edge Map // IEEE Trans. Image Processing. 2007. V.16. N.3. P.850–864.
6. Mejía-Inigo R., Barilla-Pérez M.E., Montes-Venegas H.A. Color-based Texture Image Segmentation for Vehicle Detection // www.intechopen.com/download/pdf/15388

Radio extension unit simulation

Chegodayev Nickolay Igorevich, postgraduate

Academy of marketing and socially-informational technologies IMSIT, Krasnodar

Tsebrenko Konstantin Nikolaevich, Cand. Sci. (Tech.),

the Director of Institute of Information technologies and innovations

Academy of marketing and socially-informational technologies IMSIT, Krasnodar

Informational support for rural economic activity establishments is still an actual task in Russian Federation remote localities. As quoted in previous publications there is a necessity of reliable telephonic services with a reasonable price for its acquiring and maintaining [1].

There is a possibility to familiarize oneself with full operational description for the noted device in previous publications. There is only short description quoted hereafter.

The radio extension unit device is designed for purposes carrying the nature of wired telephonic line over the duplex

radio path with the feature of conversation retransmitting. As distinct from counterpart analogues the device designed without any signal preprocessing. Author's experience in a similar devices utilization shows unstable operational results in certain circumstances. The radio-extender device includes two opposite modules: the basic one and the subscriber one. These two modules are submitted to embody the unit as the whole. The subscriber module connects to an ordinary phone, which represents the control console for the subscriber and maintainer purposes, such as line selecting. The place of the basic module locates near the wired telephonic line spot for transporting its options, standard signals and calls as it is to the subscriber's phone. The radio-extender had designed to include two possible operation modes: the outgoing one and ingoing one. In outgoing mode the operator (or, possibly, the subscriber) takes up a hand-set and determines which one telephonic line to use with help of a keypad of an ordinary phone. The subscriber workaround is set to be much closer to the ordinary phone, which is used as a main part of the system. The basic and subscriber modules are connected by a common transceivers operating on a common frequencies allowed to the user [1].

In previous publications [1–3] author had made an attempt to describe the links in the device specified. Efforts were related to both continuous and discontinuous processes. As quoted in the records of International correspondence scientific conference «Technical sciences: traditions and innovations» (January 2012), model prototyping was determined to be stepwise [1, p. 49]. In this case it is necessary to review the previous articles associated with the building of the mathematical model of radio path shaping for audio information transmitting and radio-telephonic path shaping, which were quoted in the records of scientific conference, herein above.

The mathematical model shaping and associated descriptions were provided by the records of the scientific conference «Technical sciences: traditions and innovations» (January 2012). There was a digest related to continuous processes model quoted. Mathematical analysis of the given model formulae defined by the article related to mathematical model building up [2]. Mathematic dependencies for discontinuous processes simulation described by an appropriate article [3] as A-automata synthesis as a design of eight aggregates with the description formula $n = \overline{1,4}$, where the second number (four) represents a quantity of an aggregates for a given subsystem (both subscriber and basic ones) [3]. This article concludes a set of publications related to mathematical simulation for the radio-extender inner processes, if circumstances of insuperable force would not oblige the author to continue these publications.

The actuality topics are also within-named in previous publications. So, only a short refreshing note will be provided next. Building of a radio-extender simulation is necessary, by the reason of providing an area of necessary theoretical experiments. They will be compared with the data obtained from possibly natural efforts to shape a realistic model.

Let us provide a description of a raw data for simulation development. It is decided, that the simulation process will flow in a range from 0 to 1000 milliseconds due to the necessities to demonstrate the most adequate part of the process without a ornate-ness possibility. As already quoted [2] a vibratory operation of both voice and dual-tone multi-frequency signals (DTMF) can be described, approximately, as an oscillatory circuits [1]. The signal flow variations, however, should be concretized as a cosine oriented procedures for following interpretation as a part of the Fourier analysis to detect the reference token value. Indeed «voice» simulation leads to a complex signals composed of a several simple ones. This simple cosine signals were limited in quantity by possibly non ornate-ness two [2], there is an opportunity for the program operator to change frequency value of each. There is also a possibility to show complex signal in a mixed mode or as two individual plain signals.

The operator can concretize the amplitude value as well as the flow step for an individual cause. The phase shifting could be changed, also. As for modulation purposes, so, for formerly quoted entry for amplitude modulation (AM), it is possible to define a carrier frequency and modulation factor.

For the purposes of image zoom there should be a feature of scale changing for both X and Y coordinates.

The equation limitations mentioned in the article [2] won't be introduced to simulation with the intent of experience them during simulation, for example, to demonstrate oneself an over modulation by providing an illegal modulation factor.

Signal processing and analysis represented as Fourier analysis [2, p.61] of a special case. An indication for the correct sequence detected is allowed. Correct sequence detection developed by a reference value as quoted above.

Timing derivations [3] are introduced to simulation as an event sequence integrated to program logic and a switch for statistical analysis mode and semi-realistic mode is provided, also.

The main simulation view in the semi-realistic outgoing call mode and with all the input data provided by default is shown on figure 1.

Apparently, by an icon in left top corner, one can conclude that the simulation program is developed with Microsoft C# programming language. Indeed, it is so. Microsoft C# was chosen as the basis of a simulation for its slightly modern design, popularity and tight integration to the Microsoft Windows operating system.

As shown by figure 1, there are all the described above functions present with an appropriate controls.

Obviously, the signal parameters, such as the frequencies of the first and second parts of a complex signal and phase shifts can be variated by the operator.

The simulation process could be initiated by pressing the button «Simulate» and with a short period diagrams will appear on the screen. It needs to be quoted, however, that, if user chooses a semi-realistic simulation mode by selecting «Settings» → «Operating mode» → «A0-Outgoing call» or

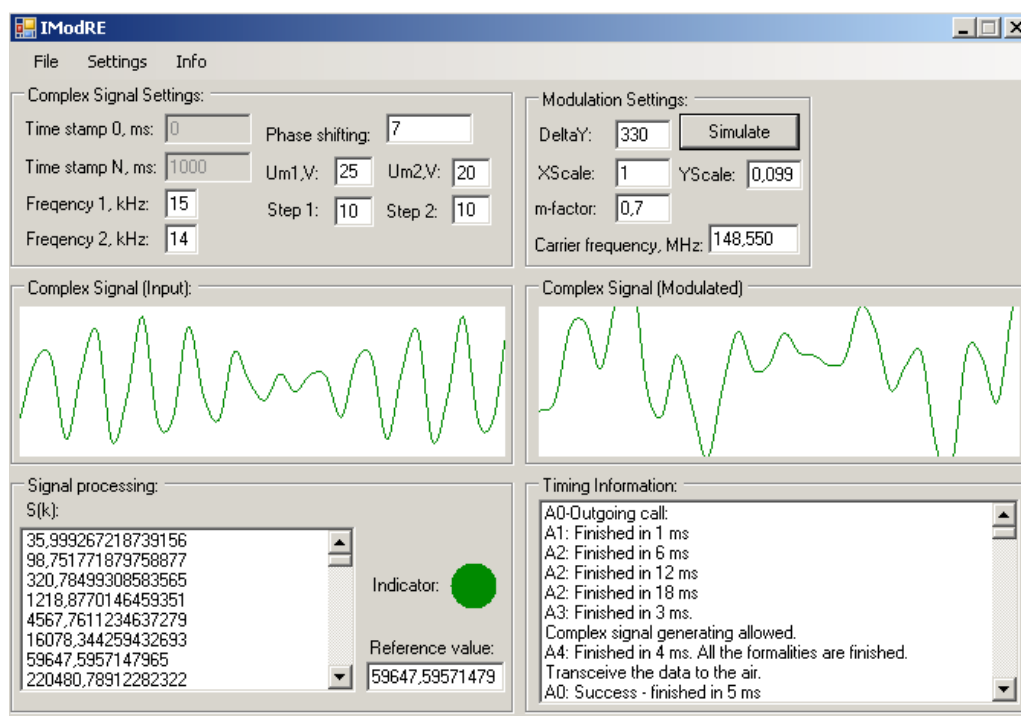


Figure 1. The main simulation view

«A0-Ingoing call», there is no guarantee for the diagrams to appear, because of the distinctive features of a simulation process, which were quoted hereafter. In this case, user might press the button again to change the conditions. All the process noted above will not occur for the operator in case of a statistic analyses or in workaround with aggregates disabled.

An adjustment of the simulation can be manually executed with «Settings» menu. The short description of the functionality provided there is quoted by Table 1.

As for the Table 1, there is a necessity to describe «A0-*» operation modes here. As noted by the article related to timing execution methods [3], in a the given formulae e_j statement is present. The e_j statement describes a functionality measures related to random values [3, p. 48]. This play of chance are strictly limited to three states or cases depended to outer environment [1], which is current circumstances represent A0-aggregate [3]. These states are quoted after.

1) A0: no air/wired links when transmitting an outgoing or ingoing call — may occur on final simulation stage when the model simulates transmission features of itself;

2) A0: no wired connection lines available — may occur in ingoing mode from the starters and simulates unavailability, defects or unplugging of wired telephonic lines [1];

3) A0: no input call — as previously quoted state may occur from the very begging of ingoing call simulation and means mere absence of input calls a passive basic module operation mode.

Let us step over the some technical details in a current simulation program development.

Software plotting of the diagrams is realized with in-build Microsoft C# functionality with the *graphics.DrawCurve*

programming method. The Table 2 quotes a source part of the program.

This specific part of the program source code is chosen due its functional comprehension by the simulation view. Three dots symbolize a source code continuation after and above. *xCoord-variables* shown are representatives of X-coordinate changes in time-flow, *yCoord-variables* do the same thing for the Y-coordinates representing the flow of cosine processes. *OmegaF1*, *OmegaF2* and *OmegaM* variables are related to Ω -variables, for example, *OmegaM* formula is $\Omega M = (2 * \text{Math.PI}) / F_{\text{Carrier}}$, where $2 * \text{Math.PI}$ is a standardized Microsoft C# operator for the π constant (3.14...) and *FCarrier-variable* holds a carrier frequency by default. *PShift* and *YDelta* variables holds in themselves phase shifting and Y-coordinate displacement for a signal flow, correspondingly. *CospointsM[i]* is an array of object *PointF* variables. The next method *Graphics.ResetTransform()* prepares a *pictureBox* canvas for its scale changes, which will be executed later by *Graphics.ScaleTransform((float) XScale), (float) YScale)* function, where *XScale* and *YScale* scale declators and inputs by user from the program interface (see Figure 1). The last one function *Graphics.DrawCurve(greenPen, CospointsM)* executes a curve drawing over a canvas with *CospointsM* array data and a green colored pixel set. For a detailed funtional information please refer to Microsoft Software Developer Network (MSDN) provided by Microsoft Corporation website.

As for now, when the radio-extension unit is developed, patented [4] and implemented, this simulation allows testing objective laws determined by continuous processes model,

Table 1

The «Settings» menu

Option	Set of choices	Short description
«Integrate»	«True»	By this setting user allow the program to draw a complex cosine signal instead of its two parts.
	«False»	By this setting user forbids the program of drawing a complex cosine signal and instead it draws the signal's entries.
«Operating mode»	«Aggregates disabled»	In this mode there will be no simulation based on the timing formulae of a discontinuous processes described in article [3].
	«Outgoing call»	This option enables an outgoing call mode (a call initiated by an operator) simulation by statistical analyses with e_i – basis at all [3].
	«Ingoing call»	This option enables an ingoing call mode (a remote call (initiated by a basic module [1]) obtained by an operator equipped with a common phone) simulation by statistical analyses with e_i – basis at all [3].
	«A0-Outgoing call»	The same definitions as for outgoing call mode with allowance for e_j – basis [3].
	«A0-Ingoing call»	The same definitions as for ingoing call mode with allowance for e_j – basis [3].
«Execution timing factor»	Can be set manually	The option defines an average value based upon genuine microchips timings.
«Queue Length»	Can be set manually	The option defines an average value based upon genuine microcontrollers parallel computing factors [3], (see manual).

Table 2

Diagram drawing implementation

```

...
for (int i = Convert.ToInt32 (textBox1.Text); i < Convert.ToInt32 (textBox2.
Text); i++)
{
    xCoord1 = (float) (i * Step1);
    yCoord1 = (float) (Um1 * Math.Cos (OmegaF1 * xCoord1 + PShift));
    xCoord2 = (float) (i * Step2);
    yCoord2 = (float) (Um2 * Math.Cos (OmegaF2 * xCoord2 + 2 * PShift));
    yCoord1 = yCoord1 + yCoord2;
    xCoordM = (float) (i * StepM);
    yCoordM = (float) (UmA * Math.Cos (OmegaM * xCoordM + PShift));
    yCoordM = (float) (yCoordM * (1+mFactor*yCoord1));
    yCoordM = yCoordM + (float) (YDelta);
    PointF tmpPoint1 = new PointF (xCoordM, yCoordM + 50.0F);
    CospointsM [i] = tmpPoint1;
}
e.Graphics.ResetTransform ();
e.Graphics.ScaleTransform ((float) (XScale), (float) (YScale));
e.Graphics.DrawCurve (greenPen, CospointsM);
...

```

timing constants and transitional passages can be checked and double-checked by now. This simulation allows computing the significant values provided by previous mathematical models in concrete numerical values instead of slightly theoretical ones described earlier. As already noted [1, p.50]

these mathematical models and simulation results are in need to be compared with the test results of a genuine device and environment efforts [5] – with these conditions the mathematical models and the simulation, developed upon its basis, would seem to be adequate.

Reference links:

1. Чегодаев Н.И. Математическая модель формирования радиотелефонного канала для передачи аудиоинформации [Текст] / Н.И. Чегодаев, К.Н. Цебрено // Технические науки: традиции и инновации: материалы.
2. Чегодаев, Н.И. Построение математической модели формирования радиотелефонного канала для передачи аудиоинформации [Текст] / Н.И.Чегодаев, К.Н. Цебрено // Спецтехника и связь — март-апрель — 2012 — с. 58—63.
3. Чегодаев, Н.И. Математические зависимости при построении математической модели дискретных процессов в радиоудлинителе телефонной линии [Текст] / Н.И.Чегодаев, К.Н. Цебрено // Спецтехника и связь — май-июнь — 2012 — с. 45—50.
4. Патент на полезную модель 111732 РФ, МПК 8 H04Q7/24. Радиоудлинитель телефонной линии [Текст]/Н.И. Чегодаев, К.Н. Цебрено; заявитель и патентообладатель Негосударственное аккредитованное некоммерческое частное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Академия маркетинга и социально-информационных технологий — ИМСИТ» (г. Краснодар). — №2011131251; заявл. 26.07.2011; опубл. 20.12.2011.
5. Чегодаев Н.И. The Basics of Hardware-Assisted Radio Path Efforts Using Universal Radio Test Set [Текст] / Н.И. Чегодаев // Молодой ученый. — 2012. — №7. — С. 45—48.

2. ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Контроль и оценка радиационной стойкости GaP (Zn-O) светодиодов при облучении нейтронами

Зайцев Сергей Николаевич, аспирант

Московский государственный университет приборостроения и информатики

Введение и постановка задачи

В настоящее время светодиоды широко применяются не только в гражданской аппаратуре, но также в космонавтике, ядерной радиоэлектронике и бортовой аппаратуре.

Одним из важнейших параметров для этих областей применения является стойкость к действию проникающей радиации. Хотя светодиоды с красным цветом свечения в настоящее время изготавливаются на основе разных материалов ($\text{GaAs}_{0,6}\text{P}_{0,4}$, $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ и $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0,5}(\text{InP})_{0,5}$), приборы на основе фосфида галлия сохраняют свое значение вследствие повышенной радиационной стойкости. Светоизлучающие структуры на основе фосфида галлия с красным и зеленым цветом свечения позволили создать обобщенную модель светодиода, что существенно ускорило развитие оптоэлектроники.

Исследование радиационной деградации позволило уточнить модель GaP (Zn-O) светодиода.

1. Образцы и методика эксперимента

Светоизлучающие структуры были получены последовательной эпитаксией двух слоев фосфида галлия на подложке, выращенной по методу Чохральского. Первый слой p-типа был легирован теллуром до уровня $(3-7) \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, а второй — цинком до уровня $(2-5) \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ и кислородом до концентрации $(1-10) \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$. Исследовалось воздействие нейтронного облучения как на серийные светодиоды в корпусе, так на эти же светодиоды без металlostеклянного колпачка на металлическом кристаллодержателе. Величина силы света у них несколько различалась, в то время как относительное снижение (I_v/I_{v0}) при облучении было практически одинаковым. По силе света светодиоды были разделены на две группы: сравнительно эффективные с силой света 1,0–1,5 мкД в корпусе (0,6–0,8 мкД без корпуса) при токе 10 мА были отнесены к первой группе, а менее эффективные, с силой света 0,3–0,4 мкД в корпусе (0,2–0,3 мкД без корпуса) — ко второй группе.

В качестве источников нейтронов с энергией более 0,1 МэВ использовали импульсный реактор БАРС-4.

Источником нейтронов с энергией более 1 МэВ являлся экспериментальный горизонтальный канал реактора ИРТ-2000 Московского государственного инженерно-физического института с устройством, позволяющим варьировать спектр нейтронов. Облучение проводили в пучках моноэнергетических нейтронов со средней энергией 2,65 МэВ. Спектр нейтронов измеряли активационным методом, а плотности потока — с помощью серийных пороговых детекторов [1]. Для пересчета флюенса с энергией 2,65 МэВ во флюенс с энергией более 0,1 МэВ, использовали соотношение $\Phi_{>0,1} = g_{0,1} \Phi_{>2,65}$, где фактор $g_{0,1} = 4,7$ [1]. Во всех экспериментах пучок нейтронов направляли перпендикулярно плоскости p-n-перехода.

Изучалось влияние нейтронного облучения на основную характеристику (силу света) при заданном токе и напряжении.

При интерпретации экспериментальных результатов существенно использовалась, предложенная Барнсом [2] и уточненная нами [3] модель (Zn-O) — светодиода. Согласно этой модели излучательная компонента тока связана с инжекцией электронов в оптически активную p-область. Излучательная рекомбинация экситонов происходит на (Zn-O)-комплексах, концентрация которых является линейной функцией координаты.

Согласно Барнсу [2] ток через светодиод определяется безызлучательной рекомбинацией в области пространственного заряда. Нами, на основании изучения вольтамперных характеристик (ВАХ) была предложена другая модель [3], согласно которой безызлучательная рекомбинация преобладает в высокоомном компенсированном слое, разделяющим p- и n-области, в которой имеет место режим высокого уровня инжекции. Более и менее эффективные светодиоды, согласно этой модели, отличаются величиной безызлучательного времени жизни. У эффективных светодиодов первой группы до облучения диффузионная длина электронов больше, а у менее эффективных второй группы — меньше ширины компенсированного слоя. В дальнейшем первые будем называть «короткими», а вторые «длинными». После высоких флюенсов нейтронного облучения короткие светодиоды также становились длинными. ВАХ светодиодов первой и

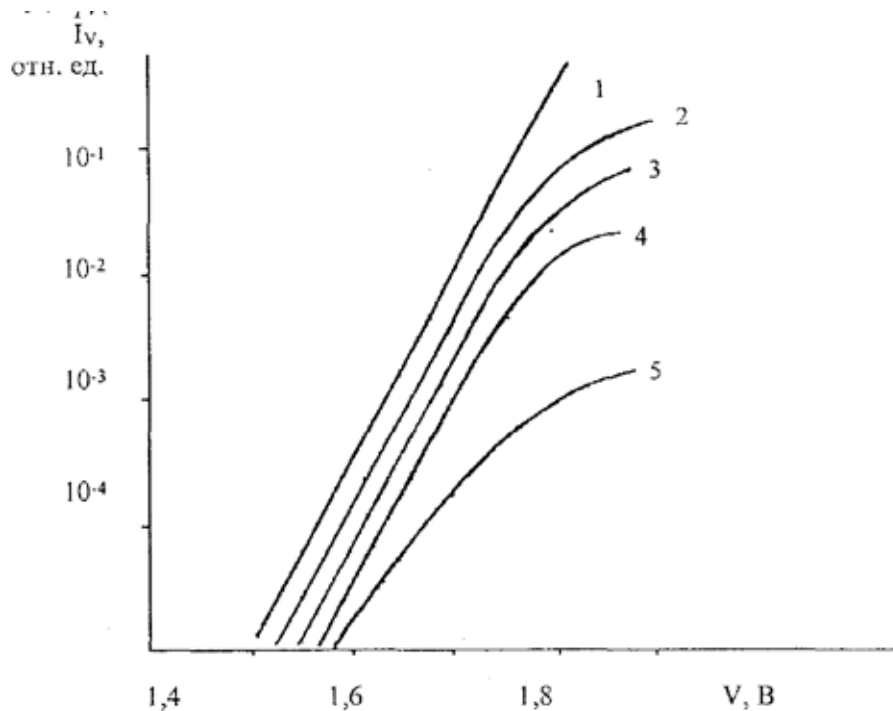


Рис. 1. Зависимость относительной силы света от напряжения светодиода первой и второй группы при следующих флюенсах нейтронного облучения Φ , $\text{H}/\text{см}^2$: 1) $5,6 \cdot 10^{10}$; 2) $4,7 \cdot 10^{13}$; 3) $1,1 \cdot 10^{14}$; 4) $2,1 \cdot 10^{14}$; 5) $1,2 \cdot 10^{15}$.

второй группы до и после облучения описываются на основе модели Холла [4], уточненной авторами [3], и приведены в работе [3].

2. Экспериментальное исследование зависимости силы света от флюенса и определение константы повреждения

Зависимости силы света (I_v) от напряжения светодиодов первой и второй группы в интервале флюенсов $5,6 \cdot 10^{10} \pm 1,2 \cdot 10^{15} \text{ H}/\text{см}^2$, показанные на рис. 1, практически идентичны, хотя ток коротких светодиодов меняется с флюенсом значительно быстрее, чем длинных. Как до, так и после облучения интегральным потоком менее $10^{15} \text{ H}/\text{см}^2$, эти зависимости имели следующий вид:

$$I_v = I_{v0} \exp(eU/kT). \quad (1)$$

Сила света обоих типов светодиодов снижалась примерно на порядок при $\Phi \approx 10^{14} \text{ H}/\text{см}^2$. Излучательная компонента тока связана с инжекцией электронов из компенсированной области в оптически активный p^+ -слой. Полагая вслед за автором [2], что концентрация центров излучательной рекомбинации ((Zn-O) — комплексов) изменяется с координатой по линейному закону, выражение (1) можно переписать следующим образом [3]:

$$I_v = A \tau_e \exp(eU/kT), \quad (2)$$

где A — константа, не зависящая от облучения, а τ_e — безызлучательное время жизни электронов в p^+ — области.

Считаем, что основной причиной изменения силы света при облучении является снижение безызлучательного времени жизни электронов в p -области [2]:

$$1/\tau_e = 1/\tau_{0e} + K_\tau \Phi, \quad (3)$$

где τ_{0e} — время жизни до облучения, K_τ — константа повреждения времени жизни, Φ — величина флюенса.

Подставляя (3) в (2), получаем:

$$(I_{v0}/I_v) - 1 = \tau_{0e} K_\tau \Phi \quad (4)$$

На графиках рис. 2 приведены зависимости (I_{v0}/I_v) от флюенса нейтронов с энергией $\geq 0,1 \text{ МэВ}$ при фиксированном напряжении 1,65 В. Определенные из них константы $(\tau_{0e} K_\tau) = (6 \pm 2) \cdot 10^{-14} \text{ см}^2/\text{H}$ у эффективных светодиодов. В том случае, если энергия нейтронов составляла 2,65 МэВ величина $(\tau_{0e} K_\tau) = (2,8 \pm 0,9) \cdot 10^{-13} \text{ см}^2/\text{H}$. В работе [2] была определена величина произведения $(\tau_{0e} K_\tau)$ при энергии пучка 10 кэВ. Она составила $(2,4 \pm 0,4) \cdot 10^{-14} \text{ см}^2/\text{H}$. Таким образом, величина $(\tau_{0e} K_\tau)$ зависит не только от флюенса, но и от энергии нейтронов. Из приведенных выше данных следует, что приближенно $(\tau_{0e} K_\tau) \sim E^{1/2}$.

В реальных условиях светодиоды работают при фиксированном токе, а не напряжении, и при более высоких значениях тока и напряжения, по сравнению с теми, которые обычно используются для определения константы повреждения. Зависимости силы света от флюенса в режиме генератора тока отличаются от аналогичных зависимостей при фиксированном напряжении. Поэтому знание величины произведения $(\tau_{0e} K_\tau)$ еще не позволяют оценить изменение силы света при облучении при нор-

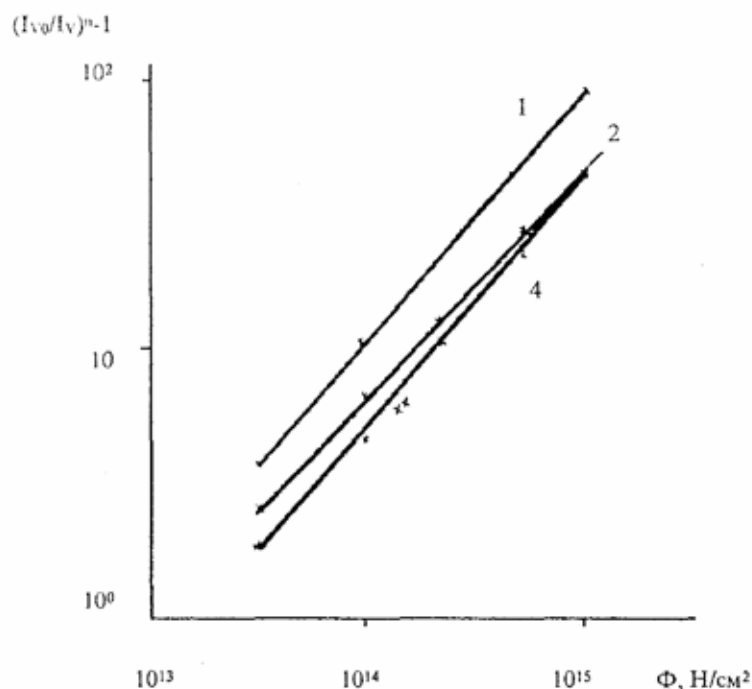


Рис. 2. Зависимость силы света от флюенса нейтронного облучения при фиксированном напряжении 1,65 В

мальных условиях работы светодиода. Аналитические зависимости снижения силы света с флюенсом при фиксированном токе в литературе отсутствуют. Нами впервые теоретически и экспериментально исследована зависимость силы света от флюенса нейтронного облучения при заданном токе.

Экспериментальные кривые снижения силы света при фиксированном токе 1 мА, соответствующем экспоненциальной зависимости тока и силы света от напряжения, приведены на рис. 3 для светодиода первой и второй группы.

Из приведенных кривых видно, что при заданном токе снижение силы света при облучении происходит значительно быстрее, чем при фиксированном напряжении, и у коротких светодиодов первой группы (4), и в большей степени, чем у длинных светодиодов (1). Используя расчетные соотношения работы [5], выражения (1) и (7) работы [3] и формулу (2) настоящей статьи, получаем:

$$I_v = C' \cdot \tau_p^2 \cdot \tau_e \cdot j^2; \quad I_v = C'' \cdot \tau_p \cdot \tau_e \cdot j^2. \quad (5)$$

Используя (3) и считая, что t_p изменяется с облучением так же, как t_e , имеем:

$$(I_{v0}/I_v) = (1 + \tau_{0e} K_\tau \Phi)^n, \quad (6)$$

где $n = 3$ для короткого и $n = 2$ для длинного светодиода.

Возникает естественный вопрос: насколько константы повреждаемости, рассчитанные при относительно малых токах на экспоненциальных участках $I(U)$ и $I_v(I)$ — характеристики, пригодны для прогнозирования силы света при номинальном токе 10 мА. Из графиков, представленных на рис. 4 видно, что при изменении тока и облучения ме-

няются зависимости силы света от тока и выражение (5) может быть не корректно. У эффективных светодиодов первой группы (4) при малых токах $I_v \sim I^{3/2}$, у светодиодов второй группы $I_v \sim I^2$, а при больших токах $I_v \sim I$. При больших флюенсах $I_v(I)$ — характеристики снова становятся сверхлинейными в области рабочих токов.

В то время как у светодиодов первой группы отношение (I_{v0}/I_v) снижается с ростом тока, у светодиодов второй группы это соотношение растет, что позволяет надеяться, что среднестатистически величина $(\tau_{0e} K_\tau)$ удовлетворительно описывает изменение относительной силы света при облучении. Это иллюстрируются таблицей 1, в которой приведены зависимости (I_{v0}/I_v) от тока четырех светодиодов первой (6.1, 6.3) и второй (6.2, 7.2) группы после облучения нейтронами с флюенсом $4,7 \cdot 10^{13}$ н/см².

Из нее видно, что усредненная величина отношения (I_{v0}/I_v) у партии светодиодов первой и второй группы слабо зависит от тока.

На графике рис. 5 показана зависимость (I_{v0}/I_v) от флюенса нейтронов партии из 25 светодиодов первой и второй групп при номинальном токе 10 мА. Из графика видно, что, начиная с флюенса $7 \cdot 10^{13}$ н/см² величина отношения $(I_{v0}/I_v) \sim \Phi^2$, что по крайней мере, качественно описывается формулой (5). Подставив в нее определенную ранее константу $(\tau_{0e} K_\tau) = 6 \cdot 10^{-14}$ см²/н, получаем расчетную формулу, приведенную на этом же рисунке. В пределах погрешности эксперимента и точности определения константы кривые практически совпадают, т.е. величина K_τ среднестатистически позволяет удовлетворительно описать снижение силы света при фиксированном рабочем токе 10 мА.

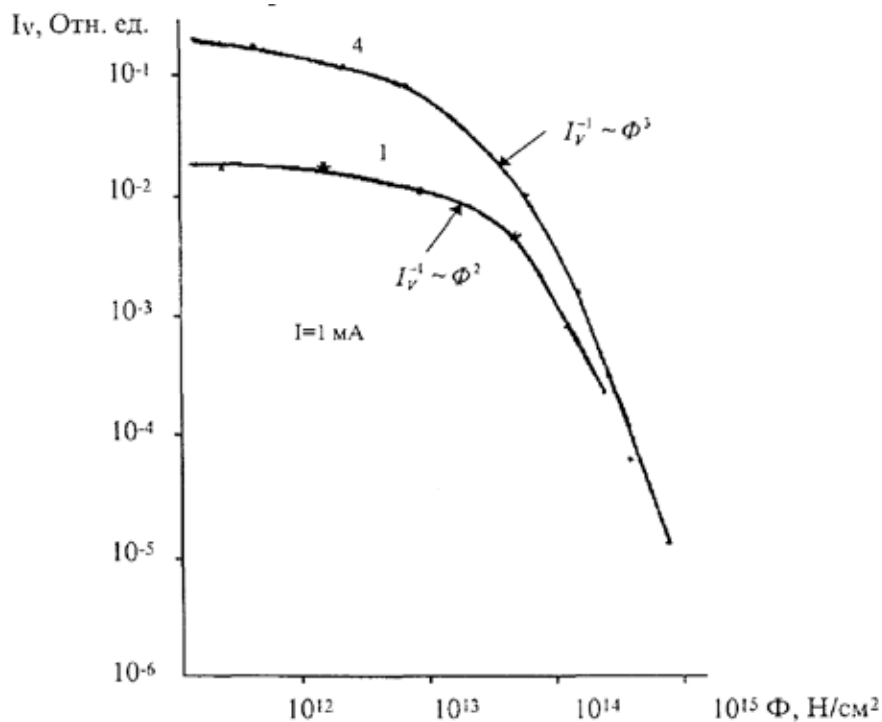


Рис. 3. Зависимость относительной силы при заданном токе 1 мА света от флюенса нейтронного облучения

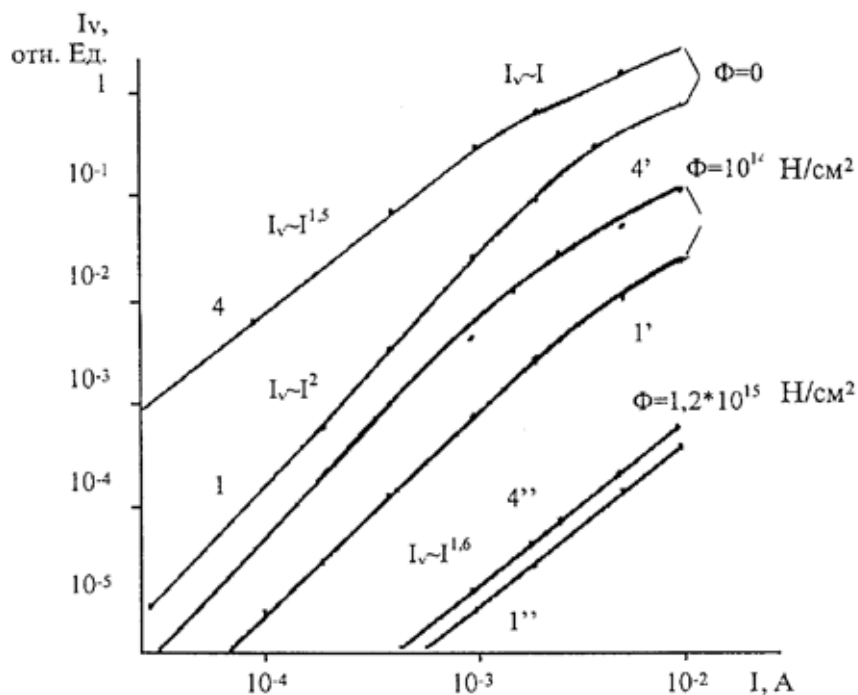


Рис. 4. Зависимость относительной силы света от тока и флюенса нейтронного облучения

Заключение

Исследовано влияние нейтронного облучения с энергией свыше 0,1 и 2,65 МэВ на силу света (Zn-O)-светодиодов с красным цветом свечения. Излучательная компонента тока, связанная с инжекцией электронов в оп-

тически активную р-область с линейным распределением активаторов люминесценции, при заданном напряжении являлась линейной функцией безызлучательного времени жизни и, следовательно, флюенса нейтронного облучения. Величина ($\tau_{00}K_t$), определенная из экспериментальной зависимости силы света от флюенса облучения, соста-

Таблица 1

Зависимость отношения (I_{V0}/I_V) от тока после $\Phi=4,7 \cdot 10^{13}$ н/см²

№ пп	$I, \text{мА}$	0,2	1	2	5	10
6.1	I_{V0}/I_V	19.6	11.6	9.4	7.4	6.2
6.2	- » -	4.3	6.2	7.1	7.1	6.4
6.3	- » -	14.4	10.9	9.2	7.1	5.9
7.2	- » -	4.7	6.7	8.0	8.6	8.0
Сред.	- » -	8.7	8.7	8.4	7.6	6.6

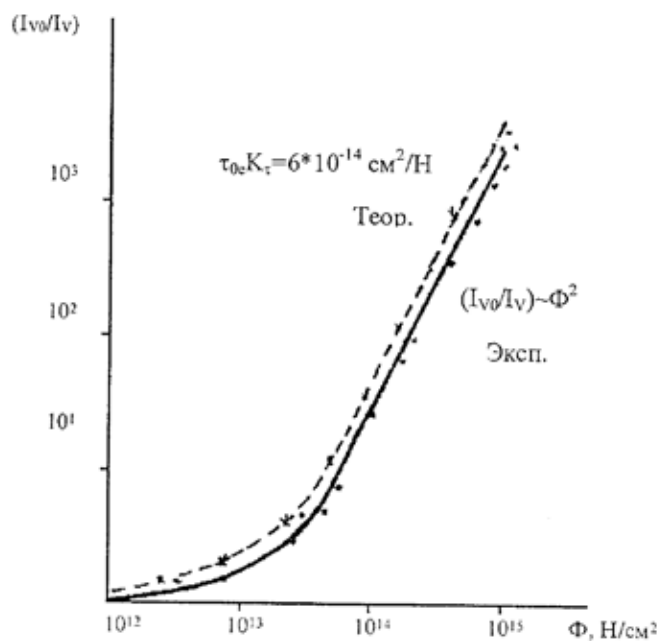


Рис. 5. Теоретическая и экспериментальная зависимости снижения силы света при облучении у партии светодиодов при номинальном токе 10 мА

вила $(6 \pm 2) \cdot 10^{-14}$ см²/н, что практически не отличается от полученной ранее [3] по зависимости тока от флюенса. При энергии нейтронов 2,65 МэВ величина произведения $(\tau_{0e} K_t)$ составила $(2,8 \pm 0,9) \cdot 10^{-13}$ см²/н. Согласно [2], при энергии 10 кэВ она равна $(2,4 \pm 0,4) \cdot 10^{-14}$ см²/н. Таким образом, зависимость K_t от энергии имеет вид $K_t \sim \sqrt{E}$, или константа повреждаемости пропорциональна импульсу нейтронов. Согласно [6], аналогичная зависимость имеет место при электронном и протонном облучении.

Была получена расчетная зависимость силы света от флюенса при заданном токе:

$$(I_{V0}/I_V) = (1 + \tau_{0e} K_t \Phi)^2,$$

хорошо согласующаяся с экспериментом при $(\tau_{0e} K_t) = 6 \cdot 10^{-14}$ см²/н. Авторы [6] полагали, что данная зависимость объясняется как генерацией центров безызлучательной рекомбинации, так и распадом активаторов люминесценции (комплексов Zn-O) [6]. Однако, описанные в [3] и приведенные в настоящей работе изменения ВАХ и $I_V(U, I)$ — характеристики при облучении полностью описываются в рамках предположения о снижении безызлучательного времени жизни, и гипотеза о распаде Zn-O — комплексов представляется нам излишней.

Литература:

1. Крамер-Агеев Е.А., Трошин В.С., Тихонов Е.Г., Званцев А.А. Активационные методы спектроскопии нейтронов // М.: Атомиздат. 1976. С. 194—199.
2. Barnes С.Е. Neutron damage in GaP Light-emitting diodes. // Appl. Phys. Lett. 1972. V.22. N3. P.110—112.
3. Зерний Ю.В., Числов А.А., Степченко Н.И. Вольт-амперные характеристики фосфидогаллиевых светодиодов, облученных нейтронами // В сб. «Моделирование и исследование сложных систем». М.: МГАПИ, 2003. С. 93—101.

4. Hall R.N. Power rectifiers and transistors//Proc.IRE. 1952.P.1512–1518.
5. Карагеоргий-Алкалаев П.М., Лейдерман Л.Ю. Глубокие примесные уровни в широкозонных полупроводниках.//ФАН. Ташкент, Уз.ССР.1971.204 с.
6. Числов А.А. Сравнительный анализ влияния нейтронов, протонов, электронов и гамма квантов на силу света GaP (Zn-O) светодиодов//В сб. «Моделирование и исследование сложных систем». М.: МГАПИ, 2003. С. 105–109.
7. Званцев А.А., Крамер-Агеев К.А., Рыжиков И.В. Радиационные изменения характеристик светоизлучающих р-п-переходов из фосфида галлия: Предпринт МИФИ. 080–88. М.: 1988. 13 с.

Анализ наиболее распространённых способов доступа в Интернет (на примере Челябинской области)

Кириллов Константин Витальевич, студент

Трёхгорный технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета

«Московский инженерно-физический институт»

Современный мир является миром высоких технологий и миром, в котором важнейшую роль играет информация. Как известно, одним из наиболее удобных и распространённых на сегодняшний день средств передачи, обмена, хранения и поиска информации является Интернет. По данным исследовательской компании TNS, количество пользователей Интернета в России в апреле 2012 года составило 64 миллиона человек, а темпы годового роста превысили 27%. [1] Таким образом, около 40% населения России имеют доступ в интернет. И возникает вопрос: как именно россияне выходят в Интернет, а также какие технологии доступа к всемирной паутине наиболее популярны и перспективны и почему?

Все технологии доступа в Интернет можно разделить, в зависимости от физической среды передачи информации, на две большие группы:

- проводные,
- беспроводные.

К проводным технологиям относят:

- xDSL – семейство технологий цифровых абонентских линий,
- DOCSIS – технология передачи данных по коаксиальному (телевизионному) кабелю,
- Ethernet – технология пакетной передачи данных (такой способ доступа в Интернет иногда называют «выделенной линией»),
- FTTH – семейство технологий передачи данных с использованием волоконно-оптического кабеля,
- Dial-up – технология доступа в интернет с использованием аналогового модема и телефонной линии,
- ISDN – интегрированная цифровая сеть,
- PLC – технология передачи данных с использованием линий электрической передачи (ЛЭП).

К беспроводным технологиям относят:

- GSM-технологии (GPRS, EDGE, UMTS, WCDMA)
- надстройки и приложения к технологии мобильной связи GSM, обеспечивающие передачу данных,

– CDMA (EV-DO) – технология радиосвязи, при которой каналы передачи имеют общую полосу частот, но разную кодовую модуляцию,

– Wi-Fi – технология передачи данных на основе стандарта IEEE 802.11.

– Спутниковый Интернет – доступ в интернет с использованием спутниковой связи,

– WiMAX – технология, созданная для обеспечения беспроводной связи на значительных расстояниях.

В Челябинске на сегодняшний день работает 17 крупных интернет-провайдеров [2]:

- ЭР-Телеком [Дом.RU, Диван-ТВ, ГорСВЯЗЬ]
- Интерсвязь, интернет-провайдер
- InterZet [Факториал-Телеком], интернет-провайдер
- МТС [ex. Мультинекс], интернет-провайдер
- U.net, интернет-провайдер
- Utel [ОАО Ростелеком], интернет-провайдер
- Билайн [ОАО ВымпелКом], интернет-провайдер
- МегаФон [ex. Синтерра], интернет-провайдер
- SkyLink [СкайЛинк Челябинск], интернет-провайдер
- Ваше ТВ [Ваш Интернет], интернет-провайдер
- Инсис [Информационные Системы], интернет-провайдер

– Челябинские интерактивные кабельные сети [ЧИКС]

- ТТК-Южный Урал, интернет-провайдер
- UltiNet, интернет-провайдер
- АБВ-ТВ [АБВ-Интернет], интернет-провайдер
- Бенет, интернет-провайдер
- Верес-ADSL, интернет-провайдер

В остальных городах области количество провайдеров гораздо ниже, однако в некоторых городах работают небольшие местные провайдеры, предоставляющие услуги связи исключительно в пределах своих городов или районов.

Следует отметить, что во всей Челябинской области операторы связи и интернет-провайдеры предоставляют

доступ в Интернет лишь по нескольким технологиям из перечисленных выше, а именно:

- ADSL,
- FTTh,
- Мобильный интернет (GPRS, EDGE, 3G),
- Wi-Fi (публичные бесплатные зоны доступа),
- Спутниковый интернет,

Опрос интернет-пользователей Челябинска и некоторых городов области показал, что около 45,8% людей выходят в Интернет по технологии ADSL, 22,5% — по технологии FTTh, 0,5% — с помощью спутниковой связи и 31,2% — пользуются мобильным интернетом. Из всех пользователей мобильного интернета более половины отметили, что такой способ выхода в интернет для них является второстепенным, вспомогательным, используется только вдали от дома и компьютера, и, что в основном для выхода в интернет они используют другие технологии. Практически все пользователи спутникового интернета отметили, что они пользуются данными услугами лишь из-за того, что для их местожительства нет других альтернативных вариантов (кроме мобильного интернета).

Wi-Fi-интернетом люди пользуются либо в общественных местах (крупных торговых центрах, гостиницах, ресторанах и т.п.), либо дома. Однако во втором случае все пользователи устанавливают дома Wi-Fi-оборудование лишь для устранения необходимости прокладки кабеля внутри квартиры и ради настройки домашней беспроводной сети.

Как видно из результатов опроса, беспроводные методы доступа в Интернет значительно уступают по популярности проводным технологиям. Чтобы понять, почему проводные технологии до сих пор на сегодняшний день пользуются у людей большей популярностью необходимо рассмотреть все вышеперечисленные распространённые в Челябинской области методы доступа в Интернет более подробно.

Итак, **ADSL** (Asymmetric Digital Subscriber Line — Асимметричная цифровая абонентская линия) является частью семейства высокоскоростных технологий передачи данных DSL. Прочими технологиями DSL являются технология HDSL (High data rate Digital Subscriber Line — Высокоскоростная цифровая абонентская линия), технология VDSL (Very high data rate Digital Subscriber Line — Сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия) и многие другие. Однако, в России, и в частности в Челябинской области, наибольшее распространение получила именно технология ADSL.

ADSL — это, прежде всего, технология, которая дает возможность превратить обыкновенный медный телефонный провод в магистраль высокоскоростной передачи данных. Тракт ADSL объединяет два ADSL-модема, которые подсоединены к разным концам телефонного кабеля (см. рисунок 1). При этом образуются три информационных потока — «нисходящий» канал передачи данных, «восходящий» канал передачи данных и поток обычной голосовой телефонной связи (см. рисунок 2). Канал

голосовой телефонной связи отделяется от каналов передачи данных посредством фильтров, что обеспечивает работоспособность телефона абонента даже при обрыве соединения ADSL.

Технологией ADSL предусмотрено резервирование определенной полосы частот для обычной голосовой телефонной связи (POTS — Plain Old Telephone Service). При этом телефонный разговор можно осуществлять одновременно с передачей данных, а не выбирать одно из двух. Кроме того, даже если у абонента отключится электричество, то обычная «старая добрая» телефонная связь будет функционировать по-прежнему. Обеспечение такой возможности являлось одним из ключевых разделов первоначального плана разработки ADSL. [3]

FTTx (Fiber To The x — оптическое волокно к точке x) — это общее обозначение для всякой сети связи, в которой от провайдера до какого-либо определенного места (т.е. до точки x) идет оптическое волокно, а затем, вплоть до конечного пользователя, — металлический (обычно, медный) кабель.

В качестве точки x может быть выбрано:

- сетевой узел — FTTN (Fiber To The Node),
- городской микрорайон, квартал или просто несколько домов — FTTC (Fiber To The Curb),
- отдельное здание — FTTB (Fiber To The Building),
- отдельная квартира — FTTH (Fiber To The Home).

FTTH (Fiber To The Home — доведение оптического волокна до квартиры) — технология пассивных оптических сетей, позволяющая увеличить пропускную способность сети до 1 Гбит/с, и обеспечивающая высокое качество передачи видеосигнала с предоставлением новых сервисов.

Особенностью технологии является 100% оптический канал от АТС до квартиры или офиса конкретного клиента, что позволяет повысить качество передачи сигнала (голоса, данных, видео) и в десятки раз увеличить скорость передачи данных. [4]

К технологиям мобильного интернета относятся GPRS, EDGE, UMTS, WCDMA и другие.

GPRS (General Packet Radio Service) — дополнение к технологиям сотовой связи GSM, которое выполняет пакетную передачу данных. GPRS дает возможность абоненту совершать передачу данных другим устройствам GSM-сети в обоих направлениях, а также с прочими сетями, внешними по отношению к сети поставщика услуг связи, в том числе и с глобальной сетью Интернет. GPRS реализована в виде надстройки над уже действующей GSM-сетью.

При работе в технологии GPRS данные собираются в пакеты и направляются через неиспользуемые на момент осуществления передачи данных голосовые каналы сети GSM. Это позволяет более эффективно и экономно использовать ресурсы GSM-сети. Возможность задействовать сразу несколько каналов дает возможность развить сравнительно большие скорости доступа в интернет и передачи данных. Теоретически возможная максимальная скорость составляет 21,4 КБ/с.

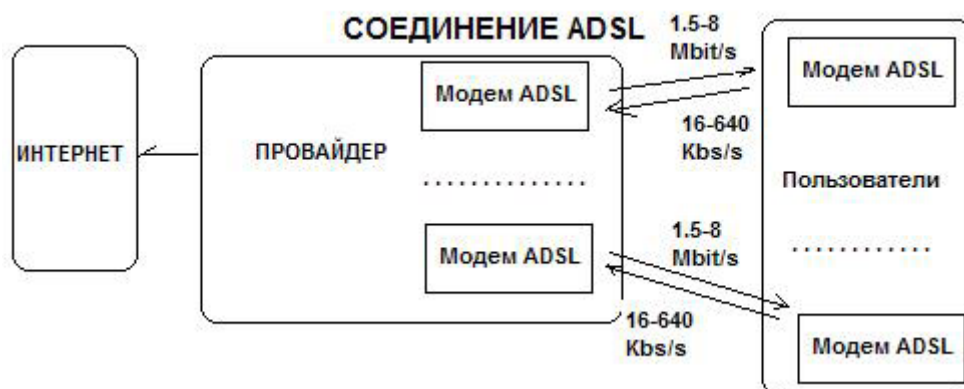


Рис. 1

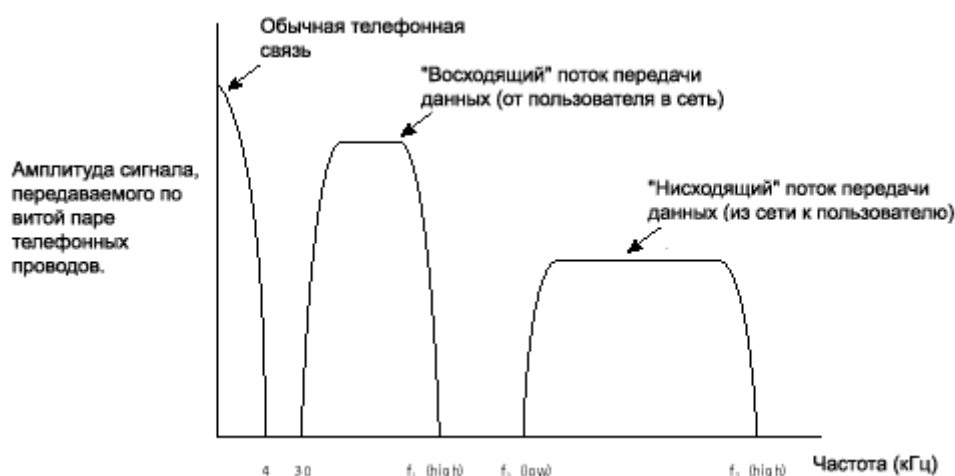


Рис. 2

EDGE (EGPRS) — Enhanced Data rates for GSM Evolution — технология цифровой передачи данных в сетях сотовой связи, реализованная в качестве надстройки над GPRS-сетями. Данная технология теоретически позволяет развить максимальную скорость равную 59,25 КБ/с, что более чем в два раза больше, чем в GPRS.

Все технологии мобильного Интернета принципиально очень похожи, но GPRS и EDGE работают в мобильных сетях 2 поколения (2G, 2.5G), а технологии UMTS, WCDMA и прочие — в сетях 3 поколения (3G).

Wi-Fi (Wireless Fidelity) — группа стандартов беспроводной передачи цифровых данных по радиоканалу, имеющих официальное название IEEE 802.11.

Аналогично проводным технологиям, Wi-Fi также предоставляет доступ к серверам баз данных или различных приложения, дает возможность выйти в Интернет и т.д.

В мире и в России (и в Челябинске в частности) постоянно увеличивается количество бесплатных зон Wi-Fi (Wi-Fi Free Zone), в которых можно получить доступ в Интернет абсолютно бесплатно. Чаще всего это аэропорты, вокзалы, гостиницы, торговые центры, рестораны, кафе, библиотеки и прочие общественные места.

В Wi-Fi не предусмотрено шифрование передаваемой информации в публичных сетях. Следовательно, при работе в бесплатных зонах Wi-Fi необходимо соблюдать определенные меры безопасности и не передавать в таких местах информацию, имеющую особенную ценность (логины, пароли, реквизиты банковских карт и счетов и др.), так как она может попасть в руки злоумышленников.

Кроме бесплатных Wi-Fi-зон существуют и платные. Услугу платного доступа в Интернет по Wi-Fi в частности предоставляет Челябинский филиал ОАО «Ростелеком». [5].

Также, все большее развитие приобретает так называемый «домашний» или «офисный» Wi-Fi. Однако, в этом случае его не следует рассматривать как самостоятельный метод доступа в Интернет, поскольку Wi-Fi здесь выступает лишь как инструмент для создания локальных беспроводных сетей и устранения необходимости прокладки медных кабелей и проводов по всей квартире или офису. А доступ в Интернет, как правило, обеспечивается другими способами (чаще всего — FTTH или ADSL).

Спутниковый Интернет — способ доступа в Интернет с использованием спутниковой связи. Есть два способа передачи данных с помощью спутника:

Таблица 1

Сравнительная характеристика технологий доступа в Интернет

Технология доступа	Входящая скорость	Исходящая скорость	Стоимость
ADSL	< 24 Мбит/с	< 1,4 Мбит/с	350 р/месяц
FTTh	< 100 Мбит/с		350 р/месяц
GPRS (EDGE)	< 21,4 КБ/с (59,25 КБ/с)		4–7 р/МБ
3G-Интернет	< 14,4 Мбит/с		330–730 р/месяц
Wi-Fi	1 Мбит (публичные зоны) 150 Мбит/с (теоретический максимум) 65 Мбит/с (на практике)		0–570 р/месяц
Спутниковый интернет	< 2 Мбит/с		500–2500 р/месяц

— односторонний (асимметричный, one-way) — для приёма информации применяют спутниковый канал, а для отправки — альтернативные наземные каналы.

— двухсторонний (симметричный, two-way), — и для приёма и для отправки данных применяют исключительно спутниковые каналы.

Наибольшее распространение, конечно же, получил симметричный спутниковый Интернет. Такой способ доступа в Интернет предполагает приём информации со спутника и их обратную отправку опять же с помощью спутника. Данная технология весьма качественна, поскольку дает возможность достичь высоких скоростей при приеме и отправке. Однако, данный способ оказывается на практике довольно дорогим. Кроме того, для пользования спутниковым Интернетом необходимо получить разрешение на эксплуатацию радиопередающего оборудования. В то же время симметричный спутниковый Интернет является весьма надежным и автономным в отличие от асимметричного (одностороннего) спутникового Интернета.

Немаловажной особенностью и даже слабым местом симметричного спутникового доступа в глобальную сеть Интернет является очень большая задержка при передаче данных — время ring зачастую составляет не менее 600 мс. Это делает невозможным использование целого ряда онлайн-сервисов, таких как, например видеоконференции в режиме реального времени и онлайн-игры.

Немаловажную роль для оценки перспективы той или иной технологии доступа в Интернет является стоимость трафика для конечного потребителя и скорость доступа. Сведем все данные в таблицу для более наглядного представления.

Литература:

1. <http://cominftech.ru/articles/internet/rossiya-lidiruet-v-evrope-po-kolichestvu-polzovateley-interneta.html>
2. <http://providery74.ru/firmcat/internet-chelyabinsk/>
3. <http://www.xdsl.ru/articles/adsl.htm>
4. http://www.chelyabinsk.ural.rt.ru/homeinternet/fast_internet/technologies
5. <http://www.chelyabinsk.ural.rt.ru/homeinternet/wifi>

Как видно по параметру скорости и стоимости очевидное преимущество имеют проводные технологии — ADSL и FTTh. ADSL — довольно старая технология и на сегодняшний день более половины всех интернет-пользователей выходят в глобальную сеть именно по этой технологии. ADSL завоевал поистине массовую популярность в России и в Челябинской области, в частности, благодаря своей простоте установки и эксплуатации, а также — дешевизне. Ведь действительно, для подключения ADSL-интернета абоненту нужна лишь работающая телефонная линия и исправный ADSL-модем. Это в совокупности все и завоевало доверие российских пользователей Интернет.

Однако сравнительно недавно начала внедряться технология «Оптика в дом» (FTTh). Доступ в интернет по оптическому волокну оказался идентичным по стоимости с ADSL-технологией, но гораздо более привлекательным по скорости передачи данных (см. таблицу 1). Но для реализации FTTh требуется прокладка новых линий связи, а данный процесс займет определенное время и поэтому ADSL еще в течение нескольких лет будет лидером рынка Интернет-доступа, особенно в малозаселенных городах области, где прокладка оптического волокна окажется нерентабельной.

Безусловно, на сегодняшний день все вышеописанные технологии имеют свое предназначение и шансы на существование. Беспроводные технологии (в частности, мобильный интернет) несмотря на свой очевидный недостаток — низкую скорость передачи данных имеет огромное преимущество — мобильность и вседоступность. И именно благодаря этому преимуществу беспроводные технологии доступа в интернет будут жить и развиваться в дальнейшем.

Технологии позиционирования наземных подвижных объектов в сетях GSM

Комраков Дмитрий Вячеславович, аспирант
Тамбовский государственный технический университет

Повышение точности в системах навигации подвижных наземных объектов (ПНО) возможно двумя взаимодополняющими друг друга направлениями. Первое это совершенствование устройств и систем, входящих в их состав, с введением новых имеющих высокие характеристики качества функционирования. Второе — комплексирование и оптимизация обработки информации [1, 2].

В рамках первого направления перспективными системами, нашедшими в последнее время широкое применение для решения задач навигации, являются средне-орбитальные спутниковые радионавигационные системы ГЛОНАСС и NAVSTAR. В качестве примера их применения в ПНО можно привести навигационно-информационные комплексы: Трона-1, ТНА-4, Азимут, Ориентир, КомпаНав-2Т и др. [3]. Применение спутниковых радионавигационных систем (СРНС) в навигационных системах ПНО позволяет значительно повысить точность определения координат местоположения.

Максимального эффекта при работе навигационных систем удастся достичь на основе применения методов Марковской теории оценивания случайных процессов, позволяющих получить комплексные алгоритмы обработки сигналов спутниковых радионавигационных систем с выходными данными нерадиотехнических измерителей информации. Разработанные этими методами комплексные алгоритмы позволяют: во-первых, обеспечить требуемую точность при решении задач навигации за счет совместной обработки информации [1]; во-вторых, что особенно важно, обеспечить целостность навигационного обеспечения в нормальном режиме функционирования в случае неточных данных (сбой или искусственный ввод неточных данных) об орбитах навигационных космических аппаратов за счет ввода в их состав барометрического высотомера [2].

Для повышения точности определения местоположения ПНО наряду с применением радиотехнических систем дальней навигации актуальной задачей является использование сотовой наземной радиотехнической инфраструктуры с наращиванием ее дополнительными базовыми и контрольно-корректирующими станциями. В настоящее время для определения местоположения ПНО могут успешно использоваться наземные мобильные радиотехнические системы ближнего действия. В составе последних в настоящее время быстро развивается система определения местоположения «Location Services (LCS)» для мобильных сотовых систем «Global Systems Mobile (GSM)», которая практически без изменений внедряется в новые сети мобильной связи «Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)». Определение местоположения ПНО основано на определении дальности

между подвижным наземным объектом и приемниками базовых станций.

Оборудование сетей GSM включает в себя подвижные и базовые станции, цифровые коммутаторы, центр управления и обслуживания, различные дополнительные системы и устройства. Функциональное сопряжение элементов системы осуществляется с помощью ряда интерфейсов. На структурной схеме (рисунок 1) показано функциональное построение и интерфейсы, принятые в стандарте GSM.

В настоящее время сотовые операторы предлагают услуги на основе определения местоположения абонента. Существуют несколько видов систем мобильного позиционирования (таблица 1) [4].

Уникальным методом позиционирования мобильных телефонов, не имеющим аналогов в классической радиопеленгации, является метод сопоставления образов (сигнатур) мест расположения абонентов «Location Pattern Matching (LRM)» мобильного абонента (рисунок 2), разработанный компанией US Wireless и использующий технологию анализа параметров радиосигнала и характеристик его многолучевого распространения. Измеряя фазовые, временные и амплитудные параметры фрагментов радиосигнала мобильного телефона, отраженного от препятствий (зданий, возвышенностей и т.п., базовая станция оценивает структуру подобного «радиоотпечатка» (fingerprint) сигнала и вычисляет его «сигнатуру» (signature). Полученная информация сравнивается системой со своей базой образцов таких «сигнатур», соответствующих разным вариантам расположения мобильного абонента на местности. Достигаемые точности определения координат сотового телефона варьируют в пределах от единиц до сотен метров [5].

Существенным недостатком данных технологий является непосредственное использование самих базовых станций или центра коммутации для вычисления координат. При этом информация о местоположении выдается абоненту с периодом повторения 10–20 сек. Если взять во внимание то, что координаты базовых станций известны, и они постоянно вещают информацию в эфир (причем у каждой станции эта информация уникальна) то для определения местоположения можно использовать метод, основанный на приеме сигналов базовых станций для определения собственных координат (рисунок 3). Так как в данном случае нет необходимости делать запросы на базовые станции, в отличие от приведенных выше методов, то можно вычислять свое местоположение непрерывно. Данная технология может быть основана на использовании информации о направлении приема сигнала от базовых станций. Контроллер в приемнике сиг-

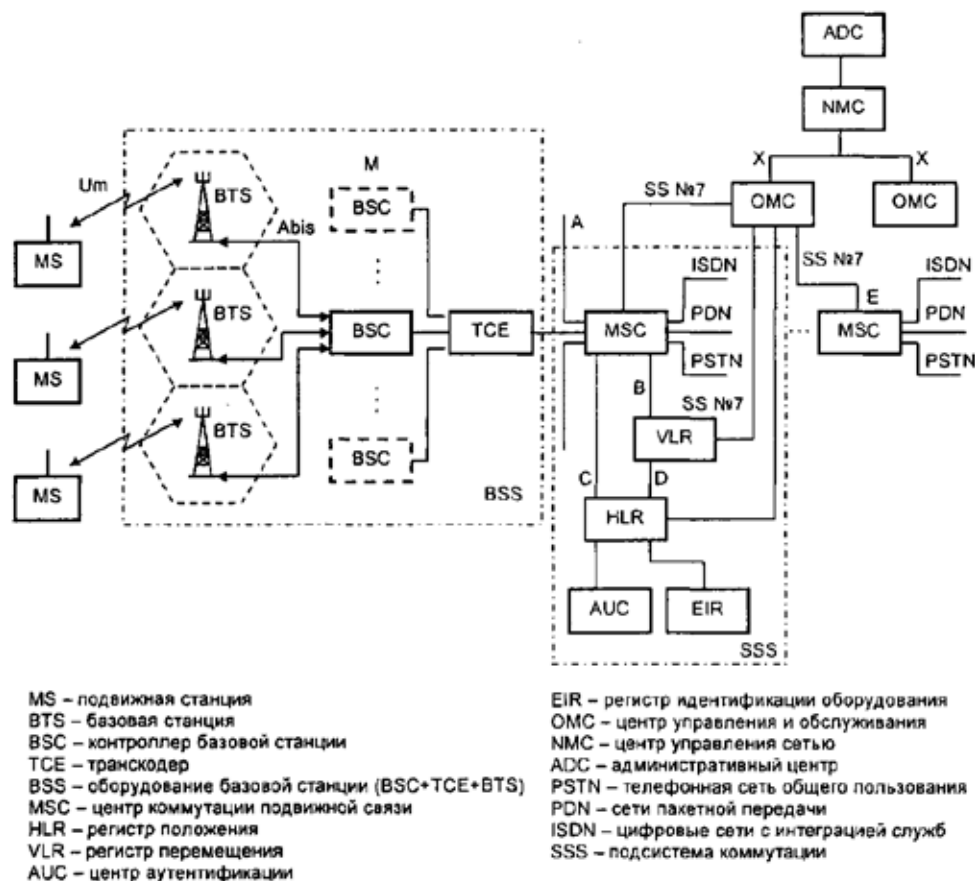


Рис. 1. Структурная схема сети стандарта GSM

Таблица 1

Основные методы позиционирования в сетях GSM

Технология позиционирования	Основной принцип	Преимущества	Недостатки	Достижимая точность, м
Time of Arrival (TOA)	Измерение и сравнение интервалов времени прохождения сигнала от мобильного телефона до нескольких (не менее 3-х) базовых станций	1. Не требуется замена сотовых телефонов и модификация их программного обеспечения.	1. Необходимость больших затрат на расширение инфраструктуры сети и модификацию программного обеспечения. 2. Жесткие требования к временной синхронизации элементов системы.	До 125
Observed Time Difference (OTD)	Измерение и сравнение интервалов времени прохождения сигналов от нескольких базовых станций до мобильного телефона	1. Снижение затрат на установку дополнительных модулей по сравнению с методом TOA (примерно в 4 раза). 2. Отсутствие необходимости жесткой временной синхронизации.	1. Необходимость изменения программного обеспечения мобильных телефонов или использование новых моделей аппаратов.	До 50
Assisted Global Positioning System (A-GPS)	Совмещение приемников сотовых телефонов с приемниками систем спутниковой навигации	1. Высокая точность позиционирования. 2. Глобальное покрытие.	1. Необходимость использования новых моделей сотовых телефонов. 2. Наличие «мертвых зон» в местоположении. 3. Длительное время инициализации GPS-приемника.	До 10

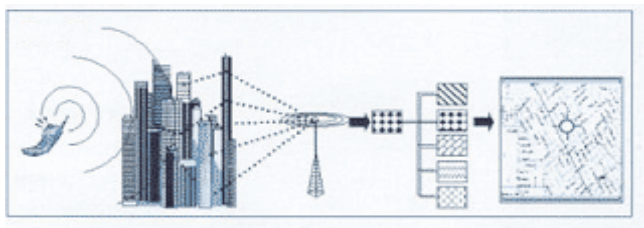


Рис. 2. Метод Location Pattern Matching

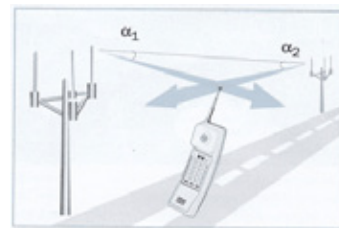


Рис. 3. Метод, основанный на приеме сигнала от базовых станций

налов сможет вычислять собственное местоположение на основе информации о пересечении линий направления приема сигнала, т.е. эта технология требует, как минимум двух базовых станций и приемника оборудованного антеннами с узкой диаграммой направленности. Большее количество используемых для расчета станций даст лучшие показатели точности.

При реализации данной технологии возникает две проблемы практического характера. Во-первых, точность определения направления приема прямо пропорциональна ширине диаграммы направленности антенны, т.е. на приемнике сигналов требуются адаптивные и интеллектуальные (smart-antennas) антенные решетки, а их цена значительно превышает стоимость традиционных антенн. Во-вторых, из-за эффекта многолучевого распространения радиоволн не всегда можно отличить прямой сигнал мобильной станции от переотраженных сигналов (рисунок 4). Измеренное и реальное расстояния редко совпадают, а в некоторых случаях, в зависимости от топологии местности, расхождения могут быть очень большими как в городе, так и на открытой местности.

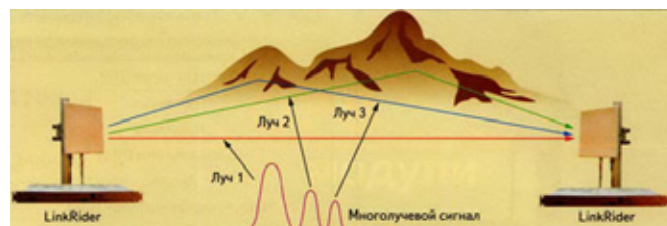


Рис. 4. Многолучевое распространение радиоволн

Однако вторая проблема не является специфической для данной технологии и характерна для большинства технологий определения местоположения. Для ее устранения используют различные вспомогательные технологии, которые призваны компенсировать тот факт, что радиосигнал редко доходит до абонента по прямой траектории и любые выполненные мобильной станцией или абонентским оборудованием измерения не показывают реальное расстояние от него до базовой станции или наоборот.

Литература:

1. Иванов А.В. Комплексные оптимальные алгоритмы обработки информации в навигационных системах подвижных наземных объектов / А.В. Иванов // Радиотехника. — 2010. — №5. — с. 12–17.
2. Иванов А.В. Комплексные оптимальные алгоритмы обработки информации в навигационных системах подвижных наземных объектов с контролем целостности навигационного обеспечения / А.В. Иванов // Радиотехника. — 2010. — №12. — с. 15–20.
3. Комраков Д.В. Навигационные комплексы наземных мобильных средств // Технические науки: теория и практика: материалы междунар. заоч. науч. конф. (г. Чита, апрель 2012 г.). — Чита: Издательство Молодой ученый. — 2012. — с. 47–49.
4. Николаев В.П. Местоопределение абонентов в сетях сотовой связи // Специальная Техника. — 2001. — №5.
5. Определение местоположения абонента в сетях GSM [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.amobile.ru/info/tech/gps/location.htm>.

3. АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Разработка адаптивной системы регулирования давления пара на выходе парового котла

Апсеметов Абдулхак Торетаевич, кандидат технических наук, доцент;
Арыстанбаев Куттыбек Есенгельдыевич, кандидат технических наук
Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауезова (г. Шымкент, Казахстан)

Есжанов Ильяс, магистр
Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауезова

В современных условиях интенсивного развития производства возрастает актуальность создания высокосоввершенных адаптивных регуляторов. Это связано с тем, что процессы регулирования и регулируемые объекты непрерывно усложняются, а время, отводимое на их разработку сокращается.

В процессах эксплуатации паровых котлов, оборудованных большим количеством горелочных устройств, появление химического недожога определяет нижнюю границу установления подачи воздуха на горение. Эта граница зависит от многих факторов: состава топлива, характеристик и эксплуатационного состояния горелочных устройств, выбранной технологии сжигания топлива, компоновки топочно-горелочных устройств, нагрузки парового котла и может многократно меняться как в течение ограниченного промежутка времени, так и при длительной эксплуатации оборудования [1].

Регулирование процессов, протекающих в паровом котле, можно разбить на следующие контуры:

1. Регулирование давления пара на выходе котла. В каждый момент времени в топке котла должно сгорать столько топлива, чтобы количество пара, вырабатываемое котельным агрегатом, соответствовало количеству потребляемого пара, т.е. внешней нагрузке котла. Показателем такого соответствия является давление пара на выходе котла. Подача топлива должна производиться так, чтобы обеспечить постоянное давление пара на выходе котла. Регулирующее воздействие осуществляется за счет изменения положения клапана на линии подачи, снабженного электроприводом.

2. Регулирование подачи воздуха по соотношению «топливо-воздух». Подача воздуха в топку в строго определенном объеме обеспечивает наиболее экономичный режим горения топлива. При недостатке воздуха происходит неполное сгорание топлива, а не сгоревший газ выбрасывается в атмосферу, что экономически и экологически недопустимо. При избытке воздуха газ сгорает полностью, но в этом случае остатки воздуха образуют двуокись азота — вредное для человека и окружающей

среды соединение. Поэтому необходимо поддерживать строгое соответствие между количеством подаваемого топлива, с одной стороны, и количеством воздуха, необходимого для горения, с другой. Регулирующее воздействие осуществляется подачей управляющего сигнала на изменение положения направляющего устройства вентилятора.

3. Регулирование разрежения в верхней части топочной камеры котла. Разрежение в различных зонах топочного пространства котла неодинаково, вследствие явления самотяги разрежение в верхней части топки обычно на 0,1 кПа больше, чем в нижней. Необходимо поддерживать оптимально минимальное разрежение в верхней части топочной камеры. Регулирующее воздействие осуществляется на направляющее устройство дымососа.

4. Регулирование уровня воды в барабане котла. Параметром, характеризующим баланс между отводом пара и подачей воды в котел, является уровень воды в барабане котла. Надежность работы котла во многом определяется качеством регулирования уровня. Регулирующее воздействие осуществляется изменением положения регулирующего клапана на линии подачи питательной воды.

Паровой котел как объект регулирования давления пара, с учетом динамики изменения состава топочного газа, является нестационарным. Динамика изменения значения коэффициента избытка окислителя заключается в том, что состав газообразного топлива обычно быстро меняется, и выбор необходимого коэффициента избытка окислителя для процесса сжигания всегда будет неточным. Также при большом количестве горелочных устройств в паровых котлах, когда происходит рассогласование или отклонение условий работы некоторых из них от оптимальных условий, что является типичным явлением промышленной эксплуатации паровых котлов, при эксплуатации котлов идут на сознательное завышение избытков воздуха при сжигании топлива. Обслуживающий персонал энергоблоков или котельных установок, в силу физических возможностей машинистов котлов, не может устранить эти явления с постоянным строгим откликом из-

менений режима сжигания топлива на текущие изменения режимов эксплуатации котельных установок. Вследствие чего при промышленной эксплуатации котельных установок всегда наблюдаются отклонения как в сторону занижения, так и в сторону завышения коэффициентов избытка воздуха от оптимальных. Поэтому для определения оптимального значения коэффициента избытка окислителя существующими анализаторами газа, необходимо принять математическую модель, учитывающую динамику изменения концентрации токсичных компонентов вдоль канала пробоотборных устройств [2]. При указанной организации подвода топлива регулированию подлежит давление пара в нестационарном нелинейном обобщенном объекте, включающем датчик, исполнительный механизм с запорно-регулирующим органом с нестационарными нелинейными характеристиками.

В данной статье предлагается адаптивное регулирование давления пара на выходе парового котла с учетом динамического изменения значения коэффициента избытка окислителя, обусловленного нестационарной концентрацией топочного газа. Регулирующее воздействие осуществляется подачей сигнала на изменение положения направляющего устройства вентилятора нагнетателя воздуха, а подача топлива в паровой котел поддерживается при постоянном соотношении «топливо-воздух». Структурная схема системы автоматического управления с адаптивным регулятором представлена на рисунке 1. Принятые обозначения: РЕ — датчик давления пара, с унифицированным токовым сигналом на выходе; QE — анализатор концентрации токсичных компонентов в топке парового котла, включающий в себя пробоотборное устройство и сам анализатор; РС — регулятор. Для осуществления адаптивного регулирования процесса горения в паровом котле предполагается использование программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК 308, управляющая программа для которого разрабатывается в среде CoDeSys, на одном из языков стандарта МЭК 61131–3. Среди преимуществ контроллеров ОВЕН ПЛК 308 необходимо отметить:

- контроллеры имеют открытую архитектуру на основе ОС Linux, что облегчает их встраивание в вертикально интегрированные среды разработки;
- контроллеры имеют мощные аппаратные ресурсы: быстродействующий процессор и большой объем оперативной (SDRAM) и энергонезависимой (Flash) памяти
- встроенные часы реального времени;
- возможность программирования контроллеров в 2-х, наиболее распространенных средах программирования контроллеров: CoDeSys 3.x и Isagraf 5
- набор готовых программных модулей, предоставляемых бесплатно.

На сегодняшний день CoDeSys (Controller Development System) — это самый популярный в мире аппаратно независимый комплекс для прикладного программирования промышленных логических контроллеров. Основным его компонентом является среда программи-

рования на языках стандарта МЭК 61131–3. Комплекс работает на компьютере. Программы компилируются в машинный код и загружаются в контроллер. Любую задачу, которая имеет решение в виде программы, можно реализовать в CoDeSys. Простота и удобство именно для конечного пользователя — это стержневая идея CoDeSys. Она позволяет пользователям, хорошо знающим устройство машин, технологию соответствующего производства, но не владеющих программированием решать многочисленные производственные задачи.

Адаптивный регулятор отличается от традиционного, который, как правило, содержит только измерительные устройства и блок управления, наличием дополнительных блоков оптимального оценивания и идентификации. Оптимальное управление возможно лишь при условии оптимальной обработки информации [3].

Технология адаптивного регулирования позволяет полностью автоматизировать процесс настройки контуров регулирования промышленного объекта управления с различными видами и величинами запаздывания. Она позволяет полностью отказаться от использования обычных методов идентификации динамики объекта и расчета оптимальных параметров настройки регуляторов.

Это значит, что потребитель, использующий адаптивное регулирование получает возможность:

- сократить время настройки контуров регулирования и требования к квалификации персонала;
- гарантировать наилучшее качество управления в любой момент времени;
- обеспечить непрерывный процесс подстройки параметров регулятора под изменяющиеся динамические свойства объекта управления;
- экономить до 5% сырья и энергоресурсов по сравнению с неоптимально настроенным классическим ПИД регулятором.

Разрабатываемые варианты систем управления с адаптивными регуляторами, реализующими принципы структурной и параметрической адаптации, относятся к системам с дискретным временем. Свойства объекта управления, подлежащего управлению, включая математическую модель, полагаются неизвестными. Непрерывное время разбивается на циклы, самым коротким интервалом времени является шаг. Входной величиной является сигнал рассогласования между задающим воздействием и выходной величиной управляемого объекта. Сигнал рассогласования с помощью алгоритмов оценивания на основе фильтров Калмана обрабатывается на каждом шаге. В блоке оптимальной идентификации по выбранному показателю, измеряемому и вычисляемому в ходе самого процесса управления, связанного с качеством, точностью регулирования на каждом цикле или на протяжении ряда циклов, осуществляется автоматический выбор порядка модели оцениваемого процесса. На выходе системы устанавливается экстраполятор нулевого порядка, обеспечивающий кусочно-постоянную экстраполяцию и обновление сигнала управления на каждом

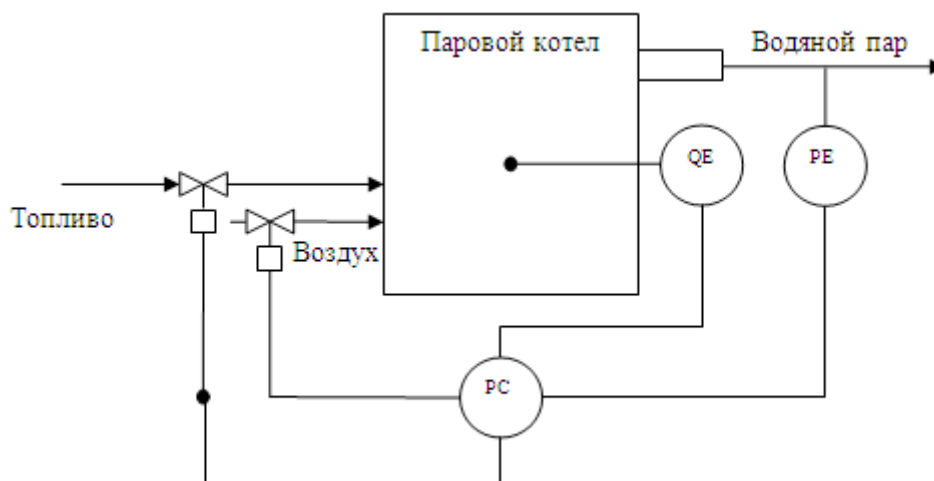


Рис. 1. Структурная схема оптимальной адаптивной системы управления процессом горения

цикле. В течение цикла положение органа управления остается неизменным. Самоорганизация системы управления, следовательно, осуществляется с помощью взаимосвязанных принятых алгоритмов оценки состояния системы, фильтрации входной информации, структурной и параметрической адаптации автоматически формируемой модели, и, наконец, автоматически определяемых оптимальных управляющих воздействий.

Оптимальное оценивание состояния и идентификация параметров и характеристик объекта управления реализуется на основе экспериментальных данных. Оценивание состояний — это определение текущих значений таких переменных процесса, которые не могут быть измерены непосредственно или могут быть измерены лишь с большими погрешностями [4]. В данном случае оценивается значение коэффициента избытка окислителя рассчитанное на основе данных полученных с анализатора газа. Алгоритмы оценивания и идентификации позволяют определять структуру модели объекта и восстанавливать параметры этой модели, т.е. реализовывать принципы как

структурной, так и параметрической адаптации.

Таким образом, для регулирования давления пара парового котла замена традиционных методов регулирования с постоянной настройкой на адаптивное регулирование на базе промышленных логических контроллеров приведет к ряду важных последствий, а именно:

- построение алгоритма адаптивного управления, предусматривающего оперативную коррекцию подачи воздуха с учетом упреждающего измерения состава топливного газа и его объема, регулируемого давлением пара на выходе парового котла;

- влияние факторов, связанных с изменением значения коэффициента избытка окислителя, будет регулироваться автоматически до пределов отведенных управляющим воздействием;

- алгоритмы оценивания и идентификации способствуют относительной простоте программного обеспечения регулятора, возможности его реализации на промышленных контроллерах.

Литература:

1. Липов Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. — Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2003. — 592 с.
2. Арыстанбаев К.Е., Апсеметов А.Т.. Метод определения концентрации оксида углерода в высокотемпературных процессах горения // Автоматизация в промышленности. №8. 2012. - С.60—63.
3. Автоматизация процессов принятия решений в системах управления /В.С.Симанков, Ю.К.Лушников, В.А.Морозов и др.: Аналитический обзор, 1970—1985 гг., N4087. — М.: ЦНИИТЭИ, 1986. — 42 с.
4. Симанков В.С., Луценко Е.В. Моделирование принятия решений в адаптивных АСУ сложными системами на основе теории информации //Информационные технологии. 1999. N2. — С. 8—14.

Планирование работы ремонтно-технологических участков с использованием современных информационных технологий

Глухова Ирина Владимировна, преподаватель;

Касалапова Татьяна Александровна, студент

Саратовский техникум железнодорожного транспорта – филиал Самарского государственного университета путей сообщения

В начале XXI века развитие систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) определяется широким использованием для их построения микроэлектронной и микропроцессорной элементной базы. Новые релейные системы массового применения не разрабатываются. На всех железных дорогах сети началась интенсивная работа по замене релейной аппаратуры, проработавшей 20 и более лет и исчерпавшей свой ресурс, на современные полностью микроэлектронные или гибридные (частично релейные) системы. В отрасли возникла уникальная, ситуация за последние полвека, когда на сети одновременно используются такие принципиально отличные друг от друга с точки зрения технической эксплуатации устройства, как релейные и микроэлектронные. Непрерывный характер работы во времени требует высоких значений показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности систем ЖАТ. В релейных и микроэлектронных системах это достигается разными способами, что определяет и различные стратегии технического обслуживания устройств. Надежность релейной аппаратуры зависит не только от времени, но и от числа срабатываний и не является достаточной для полного обеспечения надежности сложных систем. Требуется еще и постоянное техническое обслуживание. Ведь в независимости от срока действия аппаратура может выйти из строя. Увеличение отказов приборов происходит вследствие перенапряжения и завышенного тока, асимметрии тягового тока, из-за просроченных приборов, заводского брака, атмосферных влияний. Для выявления и устранения неисправностей по выходу из строя приборов дистанция включает в себя ремонтно-технологический участок (РТУ). Основной объем работ, выполняемых в РТУ, составляет техническое обслуживание и ремонт съемных элементов и приборов устройств СЦБ. В состав РТУ крупных дистанций, как правило, входят участки и подразделения, обеспечивающие централизованный ремонт и замену приборов, контроль состояния кабельного хозяйства дистанции, сложные измерительные и другие работы. Поэтому современная модернизация или реконструкция стареющих устройств СЦБ, повышение их надежности, ремонтпригодности, внедрение средств автоматизированного контроля их состояния будут способствовать снижению затрат на обслуживание и ремонт этих устройств. [1]

Создание КЗ УП-РТУ ставит своей целью повышение качества и оперативности выполнения работ по замене и ремонту приборов СЦБ, обоснованности принятия решений специалистами и руководителями линейных пред-

приятий (ШЧ) путем автоматизации процессов планирования, оптимизации и контроля исполнения работ. КЗ УП-РТУ обеспечивает автоматизацию следующих функций работников хозяйства:

- создание и ведение информации о конкретных приборах и о месте их установки в составе единой базы данных коллективного пользования «ОСНАЩЕННОСТЬ УСТРОЙСТВАМИ ЖАТ»;
- сопровождение перемещений приборов с выдачей технологически необходимой информации; контроль выполнения планов замены приборов;
- анализ отказов приборов, произошедших по вине ремонтно-технологического участка (РТУ); планирование индивидуальных заданий работникам участков РТУ;
- выдача выходных документов, определяемых технологией работы дорожного и дистанционного уровней;
- поиск приборов в БД по произвольному запросу;
- оптимизация планирования работ по замене приборов; оптимизация планирования работ по ремонту приборов;
- представление необходимой информации для реализации функций управления других КЗ АСУ-Ш-2.

КЗ обеспечивает формирование выходных документов по утвержденной в ЦШ системе отчетности.

КЗ УП-РТУ должен быть установлен непосредственно на рабочих местах специалистов ШЧ и Ш и должен обеспечивать возможность их работы в режиме прямого подключения к SQL-Server. ПО КЗ УП-РТУ устанавливается на рабочих местах следующих пользователей: начальник РТУ, старший электромеханик РТУ при возможности у ШНС и начальников ЛПУ. Дополнительно, ПО КЗ УП-РТУ можно установить на рабочих местах руководства Ш, НОД, ШЧ для анализа информации об оснащенности дистанций и станций приборами СЦБ, а также работах по замене и ремонту приборов СЦБ. ПО КЗ УП-РТУ может быть установлено на заводах изготовителях аппаратуры СЦБ для анализа случаев отказов их приборов. [3]

Известно, что эксплуатация технических средств, полностью или почти полностью выработавших свой ресурс (нормативный срок эксплуатации), требует значительно больших эксплуатационных расходов, чем эксплуатация более «молодых» устройств.

Любая аппаратура рано или поздно выходит из строя. Так например: за 8 месяцев 2012 год на Приволжской дороге количество случаев нарушений нормальной работы устройств СЦБ из-за неисправности аппаратуры различных типов составило 119 случаев, что составляет 27 % от общего количества отказов по Ш (439). Количество от-

казов допущенных по вине работников дистанции за 8 месяцев 2012/11 г. связанных с аппаратурой СЦБ уменьшилось на 5 % и составило 119/125. Количество отказов по вине линейных механиков уменьшилось на 12 % и составило 61/69. Поддержание надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), существенно влияющей на безопасность и бесперебойность движения поездов, является, как известно, основной задачей дистанции сигнализации и связи. Редкое обслуживание систем ЖАТ приводит к увеличению отказов. Известно, например, что более 50 % отказов устройств СЦБ в 1999–2009 гг. на железных дорогах России были вызваны так называемым человеческим фактором, т.е. вмешательством в работу устройств, в том числе правильно функционирующих, для выполнения регламентных работ обслуживающим эти устройства персоналом.

Ремонт и проверку аппаратуры работники РТУ выполняют в специально оборудованных помещениях. В участок СЦБ входят бригады: проверки и ремонта в стационарных условиях съемного оборудования СЦБ (приборы, блоки, трансмиттеры, электродвигатели, трансформаторы); измерения и ремонта кабеля, бесконтактной аппаратуры и защитных средств; технической документации и надежности; централизованной замены приборов СЦБ, а также выполнение части работ по техническому обслуживанию. При низкой укомплектованности линейного штата в РТУ могут создаваться централизованные бригады, выполняющие необходимый объем работ в соответствии с действующими инструкциями. [2]

С помощью создания КЗ УП-РТУ начальник РТУ может заполнять данные по специализации сотрудников и нормативный справочник аварийно-восстановительного запаса станций и закреплению мест расположения приборов за бригадами РТУ.

Инженер техотдела ШЧ или администратор комплексной автоматизированной системы управления хозяйством сигнализации, централизации и блокировки второго поколения (АСУ-Ш-2) ШЧ вводит данные по объектам дистанции (переезды, горки, парки, расположение аварийно-восстановительного запаса станций, складов РТУ) с помощью модуля ведения данных по объектам инфраструктуры.

В результате реализации работы КЗ УП-РТУ начальник РТУ может своевременно уточнять данные о причинах отказов приборов в карточке отказа, сформированной в комплексе задач «Учет и анализ отказов, повреждений и неисправностей устройств ЖАТС», при необходимости согласовывая эти уточнения с ШЧДС. Также может контролировать установленные сроки проведения ремонтов и плановых замен, осуществлять общий контроль над наличием просроченных приборов на дистанции, комплектностью приборов для проведения плановых замен и состоянием аварийно-восстановительного запаса. Электромеханик РТУ производит первичное наполнение базы данных сведениями о приборах дистанции. Фиксирует факты проведения замен по возрас-

щенным с линии и заполненным карточкам замены, а при потере данных о приборах или их неполноте, готовит шаблоны форм для описи или сверки приборов и их расположения на дистанции, внося полученные данные в программу. При наличии документации в электронном виде необходимо согласовать с разработчиками КЗ УП-РТУ варианты переноса этой информации в программу. Линейный старший электромеханик (ШНС) при наличии компьютера: просматривает сформированные в РТУ карточки замены, заполняет, полученные вместе с приборами из РТУ карточки, данными по вновь установленным приборам, передает карточки в РТУ для внесения данных о движении приборов или, по согласованию с РТУ, вносит данные в базу АСУ-Ш-2 с помощью программы. Производит сверку приборов на своих объектах по данным полученным из программы (по согласованию с РТУ) производит корректировку этих данных в программе. При осуществлении внеплановых замен (по согласованию с РТУ) вносит эти данные в программу. При введении новых объектов (по согласованию с РТУ) вносит данные по приборам в программу, контролирует состояние аварийно-восстановительного запаса по своему участку.

При проведении сравнительного анализа и при отсутствии компьютера отмечается: линейный ШНС получает от старшего электромеханика РТУ карточки замены с приборами для замены по своему участку, заполняет карточки данными по проведенным заменам. При внеплановых перемещениях приборов по дистанции (отказы приборов, демонтаж и д.р.) ШНС сообщает эти данные в РТУ письменно (вносит в любую имеющуюся у него карточку замены) или по телефону. Производит сверку наличия приборов на своих объектах дистанции по справкам, предоставленным РТУ, письменно или по телефону сообщает результаты сверки. Контролирует состояние аварийно-восстановительный запас (АВЗ) по своему участку по справкам, предоставляемым из РТУ.

Старший электромеханик бригады комплексной замены при помощи компьютера получает карточки замены по своему участку, сверяет комплектность выданных приборов с карточкой. Заполняет карточки данными по проведенным заменам. Вводит (при согласовании с РТУ) информацию по заменам в программу. Производит сверку наличия приборов на объектах дистанции, заносит результаты сверки в программу (при согласовании с РТУ), а при отсутствии компьютера получает из РТУ карточки замены по своему участку, сверяет комплектность выданных приборов с карточкой, заполняет карточку данными по проведенным заменам, передает заполненные карточку и замененные приборы в РТУ, производит сверку наличия приборов на объектах дистанции по справкам, предоставленным из РТУ, передает в РТУ результаты сверки.

Разработка КЗ выполняется в технологии клиент-сервер с использованием в качестве базового для сети дорог — MS SQL-Server 2000. Основным вариантом функционирования в КЗ принят вариант с серверами на

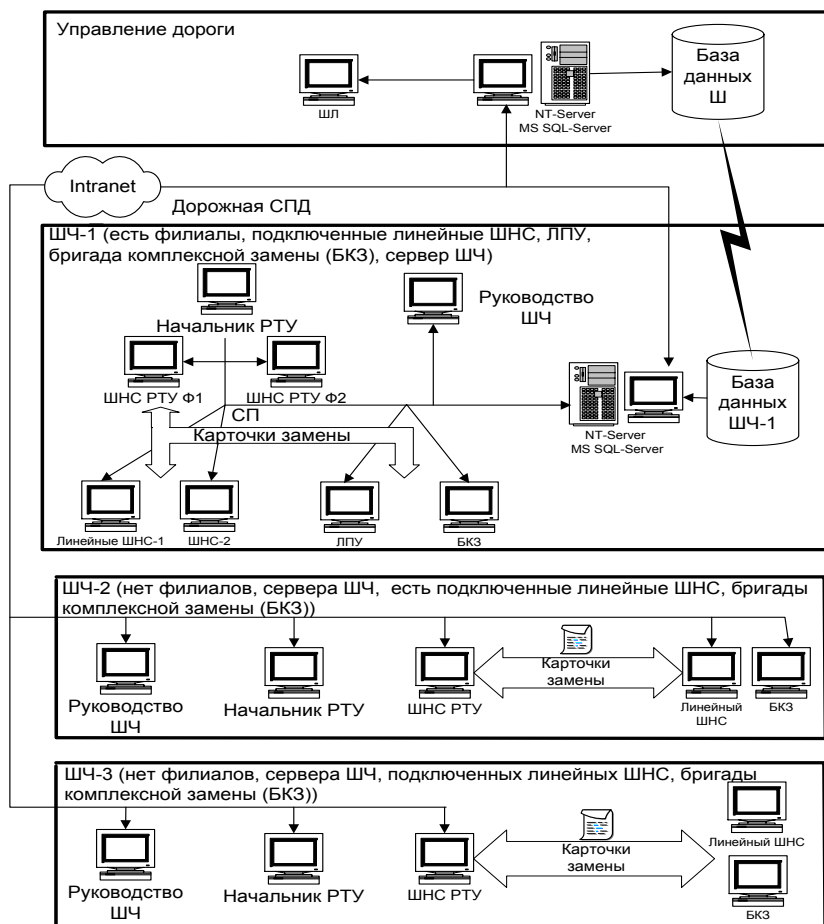


Рис. 1. Схема информационного взаимодействия пользователей КЗ УП-РТУ в СПД дороги

уровне Ш. Обмен информацией между серверами Ш и ШЧ (при их присутствии) должен производиться автоматически, с помощью специально разработанного в рамках АСУ-Ш-2 ПО.

Внутри ШЧ линейные ШНС и начальники ЛПУ, при наличии у него ПЭВМ и непосредственного доступа к SQL-серверу ШЧ или Ш, может самостоятельно работать в КЗ. [3]

В заключение можно сказать, что реализация программы КЗ УП-РТУ способствует быстрой, спланированной работе ремонтно технологического участка. КЗ УП-РТУ позволяет повысить качество и оперативность

выполнения работ по замене и ремонту устройств. Современное программное обеспечение позволяет своевременно уточняет данные о причинах отказов приборов в карточке отказа, контролирует установленные сроки проведения ремонтов, плановых замен, а при осуществлении внеплановых замен (по согласованию с РТУ) вносит эти данные в программу. Осуществляет общий контроль над наличием просроченных приборов на дистанции, комплектностью приборов для проведения плановых замен и состоянием аварийно-восстановительного запаса (АВЗ). Все это позволило значительно сократить время обслуживания аппаратуры СЦБ.

Литература:

1. Экономика, организация и планирование хозяйства сигнализации и связи: Учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта / И.В. Карпов, С.Г. Климович, Л.И. Хляпова // М: Желдориздат, 2002. — 436 с.
2. Техническая эксплуатация устройств и систем железнодорожной автоматики и телемеханики: Учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп./Вл.В. Сапожников, Л.И. Борисенко, А.А. Прокофьев, А.И. Каменев; Под ред. Вл.В. Сапожникова. — М.: Маршрут, 2003. — 336 с.
3. Комплекс задач дорожного уровня «Учет приборов и планирование работы ремонтно-технологических участков РТУ (КЗ УП-РТУ) руководство пользователя 01115840.29003.002.ИЗ.10 Санкт-Петербург, 2009 г.

Причины сбоев в работе автоматической локомотивной сигнализации, методы решения проблем

Киякина Татьяна Евгеньевна, студент

Поволжский филиал Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ)

Селиверов Денис Иванович, заместитель директора по учебно-производственной работе, преподаватель

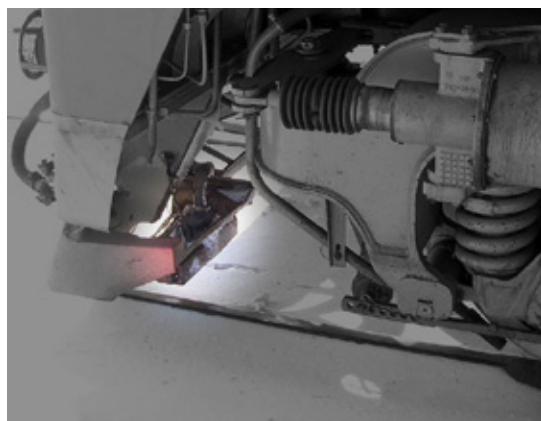
Саратовский техникум железнодорожного транспорта – филиал Самарского государственного университета путей сообщения

Безопасность движения полностью определяется способностью машиниста воспринимать сигналы и в соответствии с ними управлять скоростью поезда. При тумане, метели и т.п. дальность видимости может сократиться до десятка метров, а длительность видимости — до нескольких секунд, что значительно усложняет работу машинистов.



Наилучшие условия для восприятия сигнальных показаний создаются при отображении их на светофоре, расположенном в кабине локомотива. Это достигается с помощью устройств автоматической локомотивной сигнализации АЛС. Информация, необходимая для работы АЛС, может передаваться с пути на локомотив в наиболее важных по обеспечению безопасности точках пути (на подходах к станциям, у перегонных светофоров, в местах ограничения скоростей) или непрерывно на всем пути следования поезда. Более совершенной является автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного действия АЛСН, в которой для передачи информации с пути на локомотив в большинстве используют рельсовые цепи. С работой рельсовых цепей непосредственно связано нормальное функционирование систем автоматической локомотивной сигнализации. [1]

Рельсовая цепь представляет собой электрическую цепь, в которой имеется источник питания и нагрузка (путевое реле), а проводниками электрического тока служат рельсовые нити железнодорожного пути. Передача сигнала идёт по рельсовой цепи.



Сигнальный ток подаётся от передающего устройства к поезду по одному рельсу, протекает через замыкающую рельсы между собой колёсную пару и возвращается к передающему устройству по другому рельсу. При этом рельсы и колёсная пара образуют рамку с током, магнитное поле которой улавливается подвешенными перед первой колёсной парой на высоте 110–240 мм над рельсами приёмными катушками. Будучи одним из основных элементов системы безопасности, рельсовые цепи сложны и затратны в эксплуатации.

Самыми распространенными причинами возникновения сбоев АЛС являются неисправность изолирующих стыков. Одной из основных причин отказа изолирующих стыков является закорачивание стыка металлической стружкой вследствие воздействия магнитного поля, создаваемого намагниченными торцами рельсов, разделенных изолирующим стыком.

В силу технических ограничений отказаться от использования изолирующих стыков сейчас не представляется возможным, особенно на отдельных пунктах. Техническими мерами по минимизации изолирующих стыков в пути может стать отказ от них там, где это возможно. Например, на перегонах, в составе которых нет стрелочных переводов. В настоящее время при сборке изолирующего стыка работники путевого комплекса в качестве изоляции практикуют покраску торцов рельсов в изостыке для исключения перекрытия зазора скапливающейся металлической стружкой. Стратегическая задача железнодорожников это совершенствование технологии изготовления изостыков в целом на основе современных материалов, исключающих намагниченность торца рельсов.

Ещё одной причиной сбоев АЛС носящей массовый характер является отсутствие или неисправность рель-

совых стыковых соединителей, а также потеря электрического контакта в соединениях штепсель — рельс перемычек рельсовых цепей.

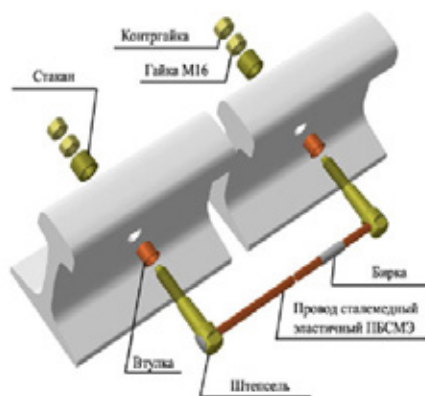


Основными причинами, приводящими к отказам стыковых соединителей всех типов, являются их повреждение при путевых работах, коррозия и некачественная приварка. Отказы стыковых соединителей приварного типа происходят из-за обрыва соединителя в месте его приварки к рельсу ещё и вследствие нарушения технологии приварки. Всё это ведёт к потере электрического контакта, и неустойчивой работе устройств АЛС. [4]

Для того чтобы обеспечить стабильную работу рельсовых цепей и АЛС в таких условиях работниками хозяйства сигнализации, централизации и блокировки допускаются случаи увеличения величины питающего напряжения в рельсовой цепи. Увеличение напряжения неизбежно влечёт за собой превышение нормы тока кодирования, который в свою очередь является причиной подгара контактов транзитных реле и выхода их из строя. Кроме того, практический опыт показывает, что недостаточно эффективно проводится входной контроль соединителей, поступающих на железные дороги с заводов.



В настоящее время для обеспечения нормальной работы рельсовых цепей и автоматической локомотивной сигнализации, снижения числа отказов разработаны и внедряются новые типы стыковых соединителей, а именно: пружинные СРСП, СРСП — ИР. Такие соединители устанавливаются в рельсовый стык в количестве двух штук без применения других типов рельсовых соединителей (приварных, штепсельных). Тонкослойное износостойкое покрытие пружинных соединителей из карбида вольфрама и кобальта обеспечивает снятие с шейки рельса ржавчины и окалины, тем самым уменьшая сопротивление электрического стыка. В начальный период эксплуатации СРСП износостойкое покрытие истирается, предотвращая износ шейки рельса от воздействия СРСП. В качестве альтернативных решений железнодорожники рассматривают возможность увеличения длины сварных плетей вплоть до блок-участка или всего перегона. [2]



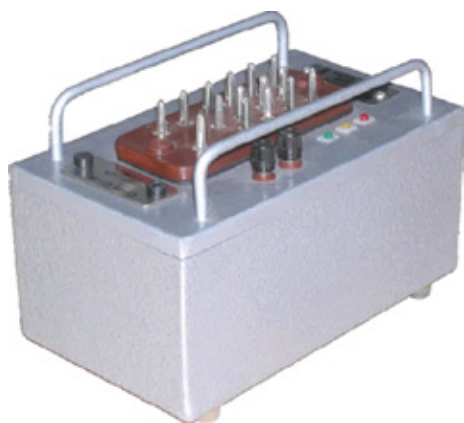
Эффективным методом решения проблемы потери электрического контакта в болтовых соединениях штепсель — рельс может стать применение перемычек дроссельных и электроотяговых соединителей втулочного типа. Перемычки и соединители оснащены оригинальным узлом крепления к рельсу, который отличается от традиционного тем, что штепселя снабжены промежуточным, деформируемым при затяжке элементом — втулкой.

Сама втулка выполнена из медного сплава с лужением контактных поверхностей оловом. Применение деформируемой втулки позволяет увеличить площадь контакта изделия с рельсом, компенсируя при этом наличие дополнительного переходного сопротивления «втулка-штепсель». Герметизация соединения и применение консервационной электропроводной смазки повышает надежность работы изделия в целом. [3]

Причинами сбоев АЛС нередко становятся неисправности приборов кодирования, в частности кодового путевого транзитного реле КПТШ и транзитных реле ТШ. Основным недостатком этих электромеханических приборов является их низкая надежность. В процессе эксплуатации они находятся в постоянной динамике, что приводит к быстрой выработке их ресурса. Нередко износ контактов приборов участвующих в формировании кодовых сигналов и приводит к искажениям кодовых им-

пульсов в рельсовой цепи и, как следствие, к сбоям в работе автоматической локомотивной сигнализации.

Эффективным решением проблемы электромеханических приборов в современных условиях на сети дорог ОАО «РЖД» является замена их на бесконтактные электронные приборы. Так в схемах включения трансмиттерного реле ТШ начато использование бесконтактного коммутатора тока БКТ, улучшающего работу контактов самого трансмиттерного реле ТШ; применение различных типов бесконтактного кодово-путевого трансмиттера БКПТ вместо КПТШ. БКТ состоит из двух тиристоров и управляющей цепи. В релейно-контактной аппаратуре кодовой автоблокировки бесконтактный коммутатор тока способен решить задачу повышения надежности коммутационного узла и повысить качество кода АЛС, способствуя тем самым улучшению работы автоматической локомотивной сигнализации.



Литература:

1. Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики. Учебник для вузов. Вл.В. Сапожников. 2006 г.
2. Соединитель рельсовый стыковой пружинный. www.ntc-infotech.ru
3. Дроссельные перемычки и электротяговые соединители втулочные. www.ntc-infotech.ru
4. Обеспечение надёжной работы рельсовых цепей. www.zeldortrans-journal.ru
5. Современные приборы бесконтактного кодирования. edu.dvgups.ru
6. Анализ работы устройств АЛС и САУТ на Приволжской ж.д. за 2011 год.
7. Развитие средств ЖАТ. Стратегия и тактика. Журнал АСИ №8 (2012).

Новое поколение кабелей для систем железнодорожной автоматики и телемеханики

Константинова Ирина Вячеславовна, студент

Саратовский техникум железнодорожного транспорта – филиал СамГУПС

Селиверов Денис Иванович, заместитель директора по учебно-производственной работе, преподаватель

Саратовский техникум железнодорожного транспорта – филиал Самарского государственного университета путей сообщения

Статистические данные свидетельствуют о том, что на кабельных линиях в среднем происходит 33 повреждения на 100 км в год, причем более половины — из-за нарушения герметичности подземных соединительных

Другим бесконтактным прибором кодирования, повышающим надежность кодообразующей аппаратуры систем числовой кодовой автоблокировки из-за отсутствия механических элементов, является бесконтактный кодово-путевой трансмиттер. БКПТ служит для формирования числовых кодов КЖ, Ж и З соответствующих сигнальным показаниям путевых светофоров с помощью полупроводниковых приборов и логических элементов. [5]

В завершении необходимо отметить, что в свое время была допущена стратегическая ошибка — переход на кодирование рельсовых цепей частотой 25 Гц. В результате хозяйство автоматики и телемеханики не может справиться с лавиной сбоев кодов АЛС, обусловленных асимметрией обратного тягового тока в рельсовых цепях и наличии опор контактной сети с заниженным сопротивлением изоляции, следствием чего являются значительные токи утечки на землю. Все такие повторяющиеся сбои кодов АЛС пополняют список сбоев в графе «причина не выяснена».

Теперь на вновь строящихся или модернизирующихся участках с электрической тягой переменного тока будет внедряться АЛС 75 Гц, а на участках с электрической тягой постоянного тока применяться одновременное кодирование 25 и 75 Гц.

Еще одно важное направление деятельности — совершенствование систем передачи информации на локомотив. Здесь альтернативой кодам АЛС является передача информации по радиоканалу. Такой подход поможет решить ряд наболевших проблем в части обеспечения устойчивой работы автоматической локомотивной сигнализации и безопасности движения поездов. [7]

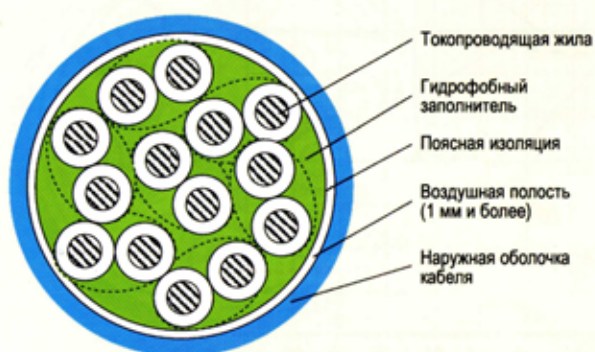
муфт и оболочки кабелей, более трети — из-за несанкционированных действий сторонних организаций и по другим причинам. При повреждении кабеля и в случае, когда его концы не герметизированы в оконечных устройствах или

муфтах, влага попадает внутрь сердечника и заполняет промежутки между изолированными жилами.

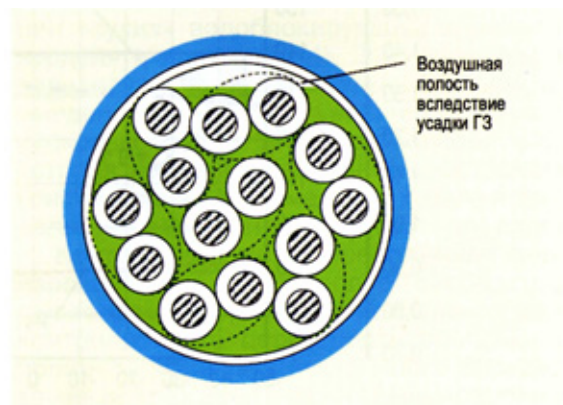
При проникновении воды в кабели с кордельно-бумажной изоляцией или с пористо-полиэтиленовой изоляцией, последняя быстро увлажняется и теряет диэлектрические свойства. Практически сразу происходит короткое замыкание, и связь прекращается.

В случае проникновения воды в сердечник кабелей со сплошной полиэтиленовой изоляцией или с трёхслойной изоляцией связь не прерывается мгновенно, а происходит постепенное изменение параметров кабеля, что обнаруживается не сразу. За это время вода по сердечнику кабеля может распространиться на 100 и более метров.

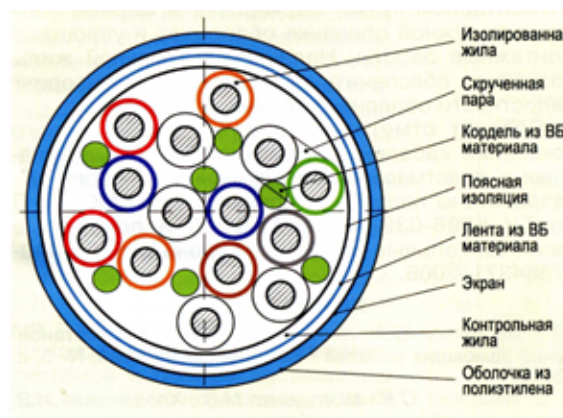
Поскольку вода имеет диэлектрическую проницаемость в несколько раз больше воздуха, то на строительной длине кабеля с «замокшим» участком сопротивление изоляции жил уменьшается в 1000 раз, рабочая емкость и коэффициент затухания увеличивается в 2–3 раза. В результате кабельная линия становится неработоспособной, и требуется замена «замокшего» участка кабеля большой длины. Радикальным способом защиты таких кабелей от проникновения воды является создание влагонепроницаемого сердечника. [1 с. 7]



Первыми образцами влагонепроницаемых кабелей стали кабели с гидрофобным заполнением сердечника. Гидрофобный заполнитель изготавливается на основе минерального масла с добавками полиэтилена, полиэтиленового воска и синтетического каучука. Гидрофобный заполнитель вводится в сердечник кабеля в горячем виде. Кабели с гидрофобным заполнением обладают продольной влагонепроницаемостью сердечника. В случае повреждения его оболочки гидрофобный заполнитель достаточно надежно препятствует проникновению воды только при условии полного заполнения всех промежутков между изолированными жилами. Это не всегда технически возможно из-за усадки гидрофобного заполнителя в условиях хранения, транспортировки и эксплуатации при отрицательных температурах. Кроме того, гидрофобный заполнитель — это вязкая вазелиновая масса, которую необходимо длительно и тщательно очищать с конструктивных элементов кабеля, инструмента и рабочего места. Это увеличивает трудоемкость и продолжительность монтажа ремонтно-восстановительных работ, и соответственно время восстановления кабельных линий.



При дальнейшем усовершенствовании конструкции кабелей для систем автоматики и телемеханики были применены новые «сухие» водоблокирующие материалы — кордели и ленты. [2 с. 14] Эти элементы занимают первоначально незначительный объем, а при взаимодействии с водой увеличиваются в объеме в несколько раз и образуют гелеобразную массу, которая заполняет свободное пространство между конструктивными элементами внутри кабеля и препятствует дальнейшему проникновению в него воды. Две изолированные жилы, резко отличающиеся по цвету изоляции, скручены в пару. Пары совместно с нитями из водоблокирующего материала, обеспечивающего продольную влагонепроницаемость, скручены в элементарные пучки, если сердечник кабеля с числом пар не более 10. Сердечник кабеля с числом пар 12 и более скручен из элементарных пучков, скрепленных обмоткой из синтетических нитей или лент разного цвета. Контрольная жила, однопроволочная или многопроволочная из медной мягкой проволоки проложенная под поясной изоляцией кабеля, позволяет посредством непрерывного мониторинга сопротивления ее изоляции контролировать целостность оболочки кабеля в процессе эксплуатации, а так же определить место ее повреждения при проникновении в кабель влаги. [1, с. 9]



В процессе эксплуатации были проведены сравнительные испытания стойкости кабелей проникновению воды при повреждении оболочки с «сухими» водоблокирующими материалами и с гидрофобным заполнителем по методике, утвержденной Департаментом автоматики и телемеханики ОАО «РЖД». Испытания показали, что кабели с «сухими» водоблокирующими материалами по

стойкости к проникновению воды не уступают кабелям с гидрофобным заполнением.

Применение кабелей с элементами из водоблокирующих материалов позволяет повысить надежность кабельной линии и осуществлять непрерывный мониторинг целостности оболочки кабелей посредством контрольной жилы, снизить трудоемкость и повысить культуру труда при монтаже. [2, с. 14–15]

Наряду с усовершенствованными сигнально-блокировочными кабелями с водоблокирующими материалами, с однопроволочными токопроводящими жилами в соответствии с техническими требованиями и техническим заданием Департамента автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» были разработаны сигнально-блокировочные кабели с водоблокирующими материалами, многопроволочными тоководящими жилами, в оболочках из поливинилхлоридного пластиката пониженной пожароопасности.

Однопроволочные токопроводящие жилы кабелей изготавливаются из медной мягкой круглой проволоки диаметром 0,8 или 0,9 мм, а многопроволочные токопроводящие жилы современных кабелей соответствующего сечения скручены из семи медных мягких круглых проволок номинальным диаметром 0,43 мм.



Применение кабелей с многопроволочными жилами вместо однопроволочных соответствующего сечения позволит исключить дублирование жил. Например, в электропитании рельсовых цепей, в цепях управления и контроля удаленных объектов от поста электрической централизации. Это повысит надежность работы устройств автоматики и телемеханики за счет уменьшения количества обслуживаемых жил и снижения вероятности их перепутывания при отключении и последующем под-

ключении, а также за счет исключения возможности передавливания однопроволочных жил при подключении нескольких жил под гайку или при разделке кабеля.

Использование кабелей с многопроволочными гибкими жилами, ответвляющихся от магистральных кабелей с однопроволочными жилами, позволит вводить кабели непосредственно в напольное оборудование — светофоры, стрелочные электроприводы, исключив необходимость применения универсальных конечных и промежуточных кабельных муфт и трансформаторных ящиков.

Разработанные кабели с оболочкой из поливинилхлоридного пластиката пониженной пожароопасности по сравнению с применяемыми в настоящее время кабелями удовлетворяют повышенным требованиям к нераспространению горения, в том числе при нагреве одного из кабелей в пучке. При горении и тлении они выделяют меньшее количество дыма со значительно меньшей оптической плотностью, горючих газов и токсичных продуктов горения, исключают или снижают коррозию аппаратуры, расположенной в непосредственной близости от места пожара как в помещении с горящими кабелями, так и соседних помещениях за счет понижения выделения коррозионно-активных газов.

При возгорании таких современных кабелей пониженной пожароопасности облегчается эвакуация людей, снижаются масштабы пожара и улучшаются условия его ликвидации. [3, с. 28–29]

Усовершенствованные кабели обладают преимуществами по сравнению с гидрофобными кабелями: введена отличительная расцветка каждой пары в элементарном пучке и скрепляющих элементов каждого элементарного пучка; упорядочена система скрутки сердечника кабеля; на наружной оболочке проставлена маркировка и мерные метки; имеется контрольная жила; экранирование кабелей; строительная длина кабелей увеличилась до 1000 метров. [3, с. 24]

Таким образом, кабели для сигнализации и блокировки нового поколения позволяют в целом повысить эксплуатационную надежность кабельных линий железнодорожной автоматики и телемеханики и сократить трудозатраты при их строительстве, реконструкции и техническом обслуживании. [1, с. 10.]

Литература:

1. Влагонепроницаемые кабели для сигнализации и блокировки. Журнал АСИ №5 2012 г.
2. Испытания кабелей с водоблокирующими материалами. Журнал АСИ №8 2008 г.
3. Новое поколение сигнально-блокировочных кабелей. Журнал АСИ №4 2007 г.
4. Усовершенствованные сигнально-блокировочные кабели. Журнал АСИ №6 2006 г.

Задача распределения однородных непрерывных ограниченных ресурсов в иерархических системах транспортного типа с древовидной структурой

Полянский Иван Сергеевич, соискатель;
Фролов Михаил Михайлович, соискатель;
Лукиянченкова Наталия Евгеньевна, соискатель
Академия ФСО России (г. Орел)

В общем виде, иерархическая система транспортного типа представлена совокупностью элементов разделяемых на три множества: 1. пункты производства; 2. промежуточные пункты; 3. пункты потребления однородного ресурса, функциональная взаимосвязь между которыми представлена в виде древовидной структуры. Задача распределения однородного ограниченного ресурса в иерархической системе транспортного типа заключается в определении оптимального плана перевозок, обеспечивающего эффективное функционирование системы и заключающегося в нахождении оптимальных объемов: 1. производства T_{i_1} ресурса i_1 -м пунктом производства ($i_1 = \overline{1, N_1}$, где N_1 — общее число пунктов производства однородного непрерывного ресурса в иерархической системе); 2. потребления t_{i_3} ресурса i_3 -м пунктом потребления ($i_3 = \overline{1, N_3}$, где N_3 — общее число пунктов потребления однородного непрерывного ресурса в иерархической системе), с учетом ограничений на: 1. максимально допустимый объем производства T_{i_1}' ресурса i_1 -м пунктом производства; минимально и максимально допустимые объемы потребления t_{i_3}'' и t_{i_3}' ресурса i_3 -м пунктом потребления; 3. пропускную способность C_{i_2} при перевозке ресурса через i_2 -е промежуточные пункты ($i_2 = \overline{1, N_2}$, где N_2 — общее число пунктов перевозки однородного непрерывного ресурса в иерархической системе).

С учетом вышесказанного, в общем виде оптимальное распределение однородного непрерывного ограниченного ресурса в иерархической системе транспортного типа с древовидной структурой является задачей параметрического синтеза иерархической системы, формальная постановка которой запишется в виде многокритериальной оптимизационной задачи:

$$\max t_1; \max t_2; \dots \max t_{N_3}, \quad (1)$$

при условии, что

$$\sum_{i_3=1}^{N_3} t_{i_3} = \sum_{i_1=1}^{N_1} T_{i_1}; \quad (2)$$

$$T_{i_1} \leq T_{i_1}', \quad i_1 = \overline{1, N_1}; \quad (3)$$

$$\tau_{i_2} \leq C_{i_2}, \quad i_2 = \overline{1, N_2}; \quad (4)$$

$$t_{i_3}'' \leq t_{i_3} \leq t_{i_3}', \quad i_3 = \overline{1, N_3}, \quad (5)$$

в случае, когда

$$\sum_{i_3=1}^{N_3} t_{i_3}'' \leq \sum_{i_1=1}^{N_1} T_{i_1}' \leq \sum_{i_3=1}^{N_3} t_{i_3}', \quad (6)$$

где τ_{i_2} — объем ресурса, поступающего на вход i_2 -го промежуточного пункта.

Согласно [1–3], представим иерархическую систему транспортного типа в виде ориентированного связного графа $G(V, E)$ без петель и параллельных ребер (корневого ориентированного дерева) [4], представленного совокупностью непустого множества V вершин и множества E ребер двухэлементных подмножеств множества V [5]:

$$G(V, E) \stackrel{Def}{=} \langle V; E \rangle, \quad V \neq \emptyset, \quad E \subset \{v_i, v_j\} \& \forall e \in E \quad (|e| = 2), \quad |E| = |V| + 1, \quad (7)$$

$$\begin{matrix} v_i, v_j \in V \\ i, j = \overline{1, |V|} \\ i \neq j \end{matrix}$$

где $V = \{v_1, v_2, \dots, v_N\}$, а $E = \{e_1, e_2, \dots, e_M\}$, N и M — общее число вершин и ребер графа соответственно. Причем, в рассматриваемой постановке задачи, множество V вершин графа $G(V, E)$ представлено совокупностью непересекающихся подмножеств: 1. V_s — пунктов производства (корней ориентированного дерева); 2. V_p — промежуточных пунктов (промежуточных узлов ориентированного дерева); 3. V_e — пунктов потребления (листьев ориентированного дерева), т.е. $V = V_s \cup V_p \cup V_e$, с условием $(V_s \cup V_p) \cap V_e = \emptyset$ и $|V_s| = N_1$, $|V_p| = N_2$, $|V_e| = N_3$, $N = N_1 + N_2 + N_3$.

Под совокупностью (объединением) подмножеств множества вершин — пунктов производства V_s и промежуточных пунктов V_p будем понимать подмножество делителей $V_d = V_s \cup V_p$ однородного непрерывного ресурса, тогда вес ребер из множества E , являющихся истоками из вершин подмножества V_d , определяется величиной соответствующих коэффициентов деления с выхода делителей $E' = (e'_1, e'_2, \dots, e'_M)$ из подмножества V_d . Обозначим через $F(i) \subset E$ — подмножество множества ребер графа $G(V, E)$ являющихся истоками из i -й вершины, причем $E = \bigcup_{i=1}^N F(i)$ и $\bigcap_{i=1}^N F(i) = \emptyset$.

Тогда, с учетом вышесказанного, задача оптимального распределения однородного непрерывного ограниченного ресурса заключается в определении весов ребер (коэффициентов деления) истоков из вершин подмножества V_d по критерию

$$f(T_1, \dots, T_{N_1}, e'_1, \dots, e'_M) = (-1) \cdot \sum_{i_3=1}^{N_3} t(T_1, \dots, T_{N_1}, e'_1, \dots, e'_M)_{i_3} \rightarrow \min_{\substack{e'_1, \dots, e'_M \in E \\ T_1, \dots, T_{N_1} \in T}}, \quad (8)$$

с учетом ограничений

$$\sum_{i_3=1}^{N_3} t_{i_3} = \sum_{i_1=1}^{N_1} T_{i_1}; \quad T_{i_1} \leq T'_{i_1}; \quad \tau_{i_2} \leq C_{i_2}; \quad t''_{i_3} \leq t_{i_3} \leq t'_{i_3}, \quad (9)$$

и дополнительного ограничения накладываемого на коэффициенты деления k -х ($k = \overline{1, K}$, где K — общее число вершин графа $G(V, E)$, принадлежащих подмножеству V_d , т.е. $|V_d| = K = |V_s| + |V_p| = N_1 + N_2$) делителей (веса ребер) определяемые выражением

$$\sum_{j=1}^{J_k} e'_j{}^k = 1, \quad (10)$$

где

$$e'_j{}^k \in F(k), \quad |F(k)| = J_k, \quad F(k) \subset E, \quad k = \overline{1, K}. \quad (11)$$

Геометрия решения задачи представлена на рисунке 1.

Для определения векторной функции выражения (8) $\vec{t}(T_1, \dots, T_{N_1}, e'_1, \dots, e'_M)$, в рассматриваемой постановке задачи, i_3 -й элемент ($i_3 = \overline{1, N_3}$) которой характеризует величину распределяемого в i_3 -й пункт потребления однородного непрерывного ресурса t_{i_3} , введем следующие обозначения. Ориентированный граф $G(V, E)$ будем задавать матрицами инцидентий для прямого и обратного потоков \mathbf{H}^{in} и \mathbf{H}^{out} соответственно, элементы которых определяются выражениями [5]

$$\mathbf{H}_{i,m}^{\text{in}} = \begin{cases} 1, & \text{если узел } v_i \text{ инцидентен ребру } e_m \text{ и является её концом;} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}; \quad (12)$$

$$\mathbf{H}_{i,m}^{\text{out}} = \begin{cases} -1, & \text{если узел } v_i \text{ инцидентен ребру } e_m \text{ и является её началом;} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}. \quad (13)$$

Для ориентированного графа $G(V, E)$ определим матрицу \mathbf{S}^r , являющуюся матрицей достижимости (т. е. если v_p вершина достижима из v_i , то (i, p) -й элемент матрицы достижимости равен 1, в противном случае — 0, $i, p = \overline{1, N}$) для пути кратности r (r задает число ребер, проходя через которые из v_i вершины есть путь в v_p вершину). Матрица \mathbf{S}^r определяется равенством

$$\mathbf{S}^r = \left(\mathbf{H}^{\text{in}} \cdot (-1 \cdot \mathbf{H}^{\text{out}})^T \right)^r. \quad (14)$$

Поскольку $G(V, E)$ является ориентированным связным графом без петель и параллельных ребер, то, согласно [5], величина r ограничена значением R , определяющим максимально-возможное число ребер, проходя через которые существует путь из i -й вершины в p -ю. Величина R определяется максимально допустимым числом переходов, для которых норма матрицы \mathbf{S}^r не равна нулю, т.е. $\|\mathbf{S}^R\| \neq 0$, а $\|\mathbf{S}^{R+1}\| = 0$.

Введем векторную функцию $\vec{v}(T_1, \dots, T_{N_1}, e'_1, \dots, e'_M)$, i -й элемент ($i = \overline{1, N}$) которой определяет вес i -й вершины, т.е., в рассматриваемой постановке задачи, характеризует объем ресурса передаваемого в i -ю вершину графа $G(V, E)$, определяемую согласно выражения

где \vec{Q} — вектор размерностью N_3 , i_3 -е элементы которого определяют номера вершин графа $G(V, E)$ составляющих подмножество V_e пунктов потребления ресурса.

Формализованную задачу распределения однородного ограниченного непрерывного ресурса в иерархической системе транспортного типа с древовидной структурой предлагается осуществлять по критерию оптимальности, путем численного решения оптимизационной задачи (8) с учетом ограничений (9), (10) и топологии (12), (13) методами второго порядка (Ньютона, Ньютона-Рафсона, Марквардта и др.) обладающими, согласно [6] и исследованию, проведенному в [7], наилучшей скоростью сходимости.

Литература:

1. Прилуцкий М.Х. Распределение однородного ресурса в иерархических системах древовидной структуры. Труды международной конференции «Идентификация систем и задачи управления SICPRO 2000». Москва 26–28 сентября 2000. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2000, с. 2038–2049.
2. Прилуцкий М.Х., Картомин А.Г. Потокосые алгоритмы распределения ресурсов в иерархических системах. Электронный журнал «Исследовано в России», 39, стр. 444–452, 2003.
3. Афраимович Л.Г., Прилуцкий М.Х., Многоиндексные задачи распределения ресурсов в иерархических системах. // Автоматика и телемеханика, 2006, №6, с. 194–205.
4. Бертсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных. — М.: Мир, 1989. — 544 с.
5. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов: Учебник для вузов. 3-е изд. — СПб.: Питер, 2008. — 384 с.: ил.
6. Полак Э. Численные методы оптимизации. Единый подход.: Пер. с английского Ф.И. Ерешко / Под ред. И.А. Вателя. — М., «Мир», 1974. — 376 с.
7. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. — М.: изд. «МИР», 1975. — 536 с.

Методика сравнительного анализа алгоритмов функций технологического программного обеспечения микропроцессорных систем централизации

Ромашкова Оксана Николаевна, доктор технических наук, профессор
ООО «ТТК-Бизнес» (г. Москва)

Шатковский Олег Юрьевич, кандидат технических наук, технический директор
ЗАО «Фортек АТ» (г. Москва)

Сегодня системы электрической централизации на микропроцессорной элементной базе захватили рынок автоматизированных систем управления движением поездов во всем мире. Большое число компаний — разработчиков работающих на этом рынке позволяет создать адекватную конкурентную среду, для развития систем, как в экономическом, так и техническом направлениях. Российские железные дороги в этом плане не являются исключением. Однако следует отметить, что при строгом ограничении правилами технической эксплуатации, инструкциями по движению и сигнализации разработчики программного обеспечения создают алгоритмы функций логики централизации в различных вариантах и интерпретациях. Из-за отсутствия единых универсальных алгоритмов таких функций при внедрении системы высока зависимость от конкретного разработчика программного обеспечения, что влечет за собой значительные сложности в ее поддержке со стороны эксплуатационного штата. Одним из наиболее приемлемых подходов к решению данной задачи является

систематизация и унификация подходов к построению систем централизации при четком формировании требований к функционированию, перечню автоматизируемых функций и алгоритмам их реализации. В данном аспекте подразумевается то, что в основе должна лежать база утвержденных типовых алгоритмов функций логики централизации способная стать общей платформой построения программного обеспечения логики централизации разрабатываемых систем. При этом задачей разработчика будет являться реализация функций логики централизации в соответствии с базой типовых алгоритмов и адаптация программного интерфейса увязки аппаратной части. Базу типовых алгоритмов функций централизации необходимо изменять (дополнять и\или изменять функции) централизованно при участии Департамента автоматизации и телемеханики и независимых испытательных лабораторий в рамках работ по доказательству безопасности.

Безусловно, при таком подходе встает вопрос выбора наилучших решений, здесь высока роль субъекта осу-

существляющего отбор, или как все уже привыкли говорить велико влияние «человеческого фактора».

К работам по типизации алгоритмов функций логики централизации необходимо подходить комплексно с разработкой критериев и методик по выбору наилучших реализаций алгоритмов, позволяющих до минимума снизить субъективизм в процессе отбора.

В данной статье предложена методика многокритериального выбора наилучшей реализации алгоритма функции логики централизации микропроцессорных систем, позволяющая до минимума снизить субъективизм в процессе отбора, за основу принят математический аппарат, описанный в [1,2].

Алгоритм многокритериальной методики категорирования состоит из набора следующих действий:

1. Построение таблицы критериев категорирования K_1, K_2, \dots, K_M сравниваемых реализаций (альтернатив) алгоритмов функции логики централизации: A_1, A_2, \dots, A_N .

2. Количественная оценка предпочтений:

$$Q(A_1, A_2), Q(A_1, A_3), \dots, Q(A_1, A_N); \\ Q(A_2, A_1), Q(A_2, A_3), \dots, Q(A_2, A_N);$$

↓

$$Q(A_N, A_1), Q(A_N, A_2), \dots, Q(A_N, A_{N-1});$$

Предпочтение — преимущество одного алгоритма перед другим в процессе их сравнительной оценки.

При сравнении двух алгоритмов, например, A_L и A_M , по конкретному частному критерию K , используется четыре варианта сравнения:

$Q(A_L, A_M) = 0$, алгоритм A_L индифферентен к A_M

$Q(A_L, A_M) \sim 0$, слабое предпочтение A_L к A_M

$Q(A_L, A_M) \sim 1$, сильное предпочтение A_L к A_M

$Q(A_L, A_M) = 1$, жесткое предпочтение A_L к A_M

При применении количественных критериев используются следующие правила:

— если количественный критерий алгоритма A_L отличается от критерия алгоритма A_M в интервале (0 %, 10 %) то $|Q(A_1, A_2)| = 0$ (ситуация индифферентности алгоритма A_1 к алгоритму A_2);

— если критерий алгоритма A_L отличается от критерия алгоритма A_M в интервале (10 %, 25 %) то $|Q(A_1, A_2)| = 0,3$ (слабое предпочтение алгоритма A_1 к алгоритму A_2);

— если критерий алгоритма A_L отличается от критерия алгоритма A_M в интервале (25 %, 50 %) то $|Q(A_1, A_2)| = 0,7$ (сильное предпочтение алгоритма A_1 к алгоритму A_2);

— если критерий алгоритма A_L отличается от критерия алгоритма A_M в интервале (50 %, 100 %) то $|Q(A_1, A_2)| = 1,0$ (жесткое предпочтение алгоритма A_1 алгоритму A_2),

где $|X|$ — модуль величины X .

Предпочтения $Q(A_L, A_M)$ могут иметь как положительные, так и отрицательные значения.

3. Вычисление индексов предпочтения $P^+(A_L, A_M)$ и $P^-(A_L, A_M)$ для каждой пары сравниваемых алгоритмов.

В общем случае столбец со значениями предпочтения $Q(A_L, A_M)$ содержит индифферентные предпочтения (т.е. 0), а также положительные и отрицательные предпочтения. Отрицательные предпочтения $Q(A_L, A_M)$ по существу являются положительными предпочтениями $Q(A_M, A_L)$.

4. Вычисление потоков предпочтений $F^+(A_1)$, $F^-(A_1)$, $F^+(A_2)$, $F^-(A_2)$, ..., $F^+(A_N)$, $F^-(A_N)$

(поток предпочтения — сумма значений индексов предпочтения по отношению к общему числу критериев категорирования).

5. Сравнительный анализ потоков предпочтений.

При вынесении решения о выборе наилучшего алгоритма в множестве альтернатив используем следующее правило:

— алгоритм A_1 «предпочтительнее» алгоритма A_2 , если

$$[F^+(A_1) > F^+(A_2) \text{ и } F^-(A_1) < F^-(A_2)]$$

или

$$[F^+(A_1) > F^+(A_2) \text{ и } F^-(A_1) = F^-(A_2)]$$

или

$$[F^+(A_1) = F^+(A_2) \text{ и } F^-(A_1) < F^-(A_2)]$$

— алгоритм A_1 индифферентен относительно алгоритма A_2 , если

$$[F^+(A_1) = F^+(A_2) \text{ и } F^-(A_1) < F^-(A_2)]$$

— алгоритм A_1 и алгоритм A_2 несопоставимы во всех остальных случаях.

Принятие решения по выбору наилучшего алгоритма.

Принятие решения по выбору наилучшего алгоритма осуществляется путем выявления альтернативы с наибольшим значением положительного потока предпочтения.

Литература:

1. Brans J.P. and Vinke P.H., «A Preference Ranking Organization Method (The PROMETHEE: Method for Multiple Criteria Decision Making)», Management Science, Vol. 31, 1985, pp. 647–656.
2. Brans J.P., Vinke P.H. and Mareschal B., «PROMETHEE: A Name Family of Outranking Methods in Multicriteria Analysis», in J.P. Brans, ed., Operations Research '84, Elsevier Sciens Publishers, 1984, pp. 477–490.

Влияние состояния кабельных сетей СЦБ на безопасность движения поездов, методы решения проблем

Селиверов Денис Иванович, заместитель директора по учебно-производственной работе, преподаватель;

Козина Анастасия Михайловна, студент

Саратовский техникум железнодорожного транспорта – филиал Самарского государственного университета путей сообщения

Разветвлённые кабельные сети систем сигнализации, централизации и блокировки представляют собой комплекс конструкций и устройств, предназначенных для управления объектами СЦБ и обеспечения контроля их состояния. Кабелями соединяют напольные устройства СЦБ стрелочные электроприводы, светофоры, приборы рельсовых цепей с постовыми устройствами при этом надёжная работа этих устройств в большей степени зависит от качества обслуживания и состояния кабельных сетей. [1, с. 352]

Одним из наиболее опасных отказов устройств СЦБ связанных с неисправностью кабелей являются отказы вызванные сообщением различных цепей или заземления этих цепей. Самопроизвольное появление тока в цепи может вызвать любой опасный отказ: появление разрешающего сигнала, перевод стрелки под составом, ложный контроль стрелок или свободности рельсовой цепи, а это уже прямая угроза безопасности движения поездов.

Правильная эксплуатация кабельных сетей является одним из решающих факторов обеспечения надёжной работы систем СЦБ, где ведущая роль принадлежит плановым профилактическим мероприятиям. Это технический надзор за состоянием трассы и кабельных муфт, электрические измерения состояния изоляции, контроль за работой устройств сигнализации о понижении сопротивления изоляции.

Кабели СЦБ проложенные в грунте подвержены естественному старению. Старение кабеля — это постоянное необратимое изменение электрических и механических характеристик кабеля с течением времени. Во время прокладки и монтажа кабель минимум дважды подвергают изгибу: один раз при прокладке, а другой во время монтажа при выкладке концов кабеля по форме котлована. Растягивающее воздействие испытывает подземный кабель при изменении температуры почвы. При низкой температуре существенно изменяются свойства многих изоляционных материалов, пластмассы теряют ударную вязкость и прочность на растяжение, что уменьшает надёжность покрытия. С повышением температуры снижается сопротивление изоляции жил кабеля постоянному току, увеличивается сопротивление жил. На кабель воздействует также сила тяжести подвижного состава, передаваемая через грунт. Всё это приводит к появлению микротрещин в оболочке. [1, с. 370]

Резкое нарастание отказов кабельных сетей наблюдается в марте и апреле и является следствием оттаивания грунта и снега и проникновение влаги в кабель через ми-

кротрещины в оболочке, а также плохо герметизированные подземные муфты.

Статистика неисправностей кабельных сетей за 2011 годы службы автоматики и телемеханики Приволжской железной дороги показывает, что наибольшее количество нарушений нормальной работы устройств СЦБ, 37 случаев, произошли по причине внутреннего обрыва жил, сообщения жил, и понижение сопротивления изоляции кабелей. [2] Все перечисленные неисправности кабеля стали следствием проникновения в него влаги. Эти отказы сопровождались задержками поездов, а это уже прямые финансовые убытки компании ОАО «РЖД». Чтобы исключить проникновение и распространение влаги в сердечнике кабеля в настоящее время при новом строительстве кабельных сетей и их ремонте применяются только кабели с гидрофобным заполнением и водоблокирующими материалами внутри.

В зависимости от характера неисправности кабеля способ устранения будет различным. Наиболее часто встречаются следующие способы восстановления: замена повреждённых жил запасными, прокладка нового кабеля взамен неисправного участка.

Но, к сожалению не только неисправные кабели СЦБ являются причинами возникновения опасных ситуаций. Работникам хозяйства автоматики и телемеханики известны случаи, когда при производстве работ связанных с восстановлением кабелей эксплуатационниками нарушались элементарные правила производства работ, которые ставили под угрозу безопасность движения поездов. Так 29 сентября 1997 года на станции Верхний Баскунчак Приволжской железной дороги при передвижении маневрового состава по разрешающему показанию маневрового светофора была взрезана стрелка № 181 стрелочного съезда № 181/183, так как их положение не соответствовало установленному маневровому маршруту. В результате расследования было установлено что это стало возможным из-за перепутывания проводов Л1 и Л2 при переключении жил неисправного кабеля. [3]

Ранее 30 марта 1995 года на станции Мухтолово Горьковской железной дороги сложилась ситуация угрожающая безопасности движения поездов. Так выходной светофор Ч2 был открыт на разрешающее показание и сигнализировал зелёным огнём в то время как положение стрелок съезда № 5/7 не соответствовало установленному маршруту. Стрелки № 5/7 управляемые по двухпроводной схеме, имели плюсовой контроль, но обе фактически находились в минусовом положении. Это стало возможным опять же из-за перепутывания линейных проводов Л1 и

Л12 на кроссовом стative. На станции Мухтолово длительное время было понижено сопротивление изоляции группового стрелочного кабеля. Вместо него был задействован временный кабель. При его включении и было допущено перепутывание кабельных жил. [4]

Работа по замене неисправного кабеля СЦБ связана со значительными трудностями и требует много времени, поэтому нередко ремонт кабеля производится не своевременно. По причине неисправности кабеля и халатных действий старшего электромеханика СЦБ Кремнева О.Г. произошёл сход электропоезда по станции Кириши 12 марта 2003 года на стрелках №2/4. Эти стрелки из-за длительной неисправности кабеля и не принятия своевременных мер по его ремонту потеряли контроль положения, и электропоезд был отправлен по неготовому маршруту, так как Кремнев О.Г. пытаясь скрыть возникший отказ стрелок, дал ложный контроль стрелок не соответствующий их фактическому положению. [5]

Вместе с тем кабельное хозяйство СЦБ является наиболее уязвимым местом для внешних повреждений. Кабельные групповые муфты, путевые коробки, в которых разделяется и соединяется кабель, расположенные в междупутьях станции, подвержены повреждениям при работе снегоочистителей, путевых машин при ремонте пути. Повреждение кабелей СЦБ также происходит при производстве земляных работ на станции различными сторонними организациями — подрядчиками с применением разной тяжёлой техники. Так, на Приволжской железной дороге в прошлом году допущено 14 случаев повреждения кабелей работниками смежных служб и сторонних организаций, работающих в зоне железнодорожных путей. [2] Для решения этой проблемы Департамент автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» предлагает увеличить глубину укладки кабеля до 1,1 метра, а также прокладывать кабель с разделением кабельных магистралей на станциях по двум независимым трассам. [7]

Восстановление повреждённых таким образом кабелей так же требует много времени, а это тоже длительные задержки поездов, так как устройства СЦБ управляющие движением не работают. При этом должный уровень безопасности движения поездов не обеспечивается. В таких нестандартных ситуациях возможны и ошибки человека. Яркий тому пример столкновение рельсосмазывателя и рабочего поезда на станции Ударник Юго-Восточной железной дороги 18 августа 2001 года в результате, которого погибли люди. Рельсосмазыватель принимался на станцию при разрешающем показании входного светофора при фактически занятом маршруте приёма рабочим поездом. Это стало возможным, потому что электромеханик СЦБ Каленикин В.Т. ранее дал ложный контроль свободности участка пути, который в течение длительного времени имел индикацию занятости на табло дежурного по станции. Причиной ложной занятости участка пути явилось разрушение разветвительной кабельной муфты Р-1 путевой техникой при производстве капитального ремонта пути, что привело к обрыву кабелей релейных

концов изолированных участков. [6]

При повреждениях кабелей разного вида техникой не всегда повреждение обнаруживается сразу, так как возможно, что повреждённые жилы кабеля относятся к тем цепям, которые в данный момент не действуют, или же повреждение обнаруживается только после того, как кабель впитает влагу и ухудшится изоляция, что может произойти через довольно большой промежуток времени.

Кабели СЦБ — медесодержащие кабели и в настоящее время являются объектами охотников за цветными металлами. В 2011 году на Приволжской железной дороге произошло 16 случаев порчи и хищения кабеля посторонними лицами. [2] Эффективным методом решения этой проблемы в настоящее время может стать замена наземных групповых и соединительных кабельных муфт подверженных вандализму на подземные.

Муфты серии ПРМз предназначены для устройства ответвлений от группового кабеля к светофорам, путевым и трансформаторным ящикам рельсовых цепей, к стрелочным электроприводам и другим устройствам. ПРМз являются подземными необслуживаемыми муфтами. Муфта изготовлена из высокопрочного полипропилена и состоит из корпуса с ячейками кабельных вводов и крышки, соединяемые друг с другом с помощью болтов. Смонтированная муфта ПРМз для герметизации заполняется гидрофобом. Для замены наземных соединительных муфт установленных при ремонте кабелей СЦБ или соединении строительных длин кабелей следует использовать новые подземные заливные муфты серии ЗМ «Scotch-cast» 91-NBA. Внутрь пластикового корпуса также заливается компаунд, являющийся гидрофобным и не растворяющимся в воде.

Контроль исправного состояния кабельных сетей в соответствии с графиком технического обслуживания осуществляется периодическим измерением сопротивления изоляции. Выполняемые электрические измерения с помощью мегомметра являются наиболее ответственными и трудоёмкими, их следует вести с соблюдением целого ряда требований, главными из которых являются: проверка перед каждым измерением исправности измерительной аппаратуры, правильность подключения жил кабеля и соединительных проводников на выводы прибора, точная фиксация и отсчёт показаний измерительного прибора. [1, с. 371] В связи с этим не редки случаи фиктивного выполнения измерений и ошибки при определении измеренных величин сопротивления изоляции. При этом неисправности кабеля остаются невыявленными.

Учитывая серьёзность последствий, к которым могут привести повреждения кабелей необходимо тщательно следить за содержанием кабельного хозяйства. Регулярно согласно графику технологического процесса измерять изоляцию кабелей, проверять кабельную трассу, в зимнее время своевременно очищать от снега групповые муфты и путевые коробки, не допускать производства любых земляных работ на станции без представителей дистанции СЦБ.

Исключить пагубное влияние человеческого фактора и снизить вероятность ошибок позволят передовые методы восстановления замкших действующих кабелей методом гидрофобного заполнения. Суть такого метода заключается в том, что в сердечник действующего замкнутого кабеля через заранее подготовленные отверстия в оболочке под давлением закачивается жидкий гидрофоб. Заполняя сердечник кабеля он также через отверстия в оболочке вытесняет из него влагу. Важную роль в решении про-

блемы влияния человеческого фактора без сомнения будут играть современные приборы контроля и измерения сопротивления изоляции. Цифровые приборы и системы контроля, такие как сигнализатор заземления (СЗИ-Ц) и измеритель сопротивления изоляции (ИСИ), АПК-ДК будут своевременно фиксировать понижение величины изоляции жил кабелей до критических пределов и безошибочно определять значения сопротивления изоляции при плановых измерениях.

Литература:

1. Станционные системы автоматики. И.Л. Рогачёва, А.А. Варламова, А.В. Леонтьев. УМЦ ЖДТ, 2007 г.
2. Анализ службы автоматики и телемеханики Приволжской ж.д. за 2011 год.
3. Взрез стрелки на станции Верхний Баскунчак. Телеграмма МПС РФ ЦШЦ-71 от 17.10.1997 г.
4. Ложный контроль стрелок на станции Мухтолово. Телеграмма МПС РФ ЦШЦ-13 от 10.04.1995 г.
5. Сход электропоезда на станции Кириши. Телеграмма МПС РФ Р-2655 от 15.03.2003 г.
6. Столкновение на станции Ударник. Телеграмма МПС РФ ЦШЦ-150 от 22.08.2001 г.
7. В центре внимания — современное напольное оборудование. Журнал АСИ №8 2011 г.

Этапы повышения надежности конструкции импульсных реле железнодорожной автоматики

Ситникова Татьяна Геннадьевна, студент;

Селиверов Денис Иванович, заместитель директора по учебно-производственной работе, преподаватель

Саратовский техникум железнодорожного транспорта – филиал Самарского государственного университета путей сообщения

В железнодорожной автоматике применяются реле, работающие в импульсном режиме и коммутирующие своими контактами цепи значительной мощности при различном характере нагрузок — емкостной, индуктивной, активной и в любом их сочетании. Обмотки реле могут непосредственно подключаться к кабельной или воздушной линии, рельсовой цепи, которые, как известно, обладают высоким уровнем различного рода помех и подвержены воздействию грозových разрядов.

Наибольшее применение импульсные реле получили в системах железнодорожной автоматики в качестве путевого приёмника импульсных рельсовых цепей, контролирующих целостность рельсовых нитей на станциях и перегонах. Устанавливаются эти реле, как в специальных отапливаемых релейных помещениях, так и в неотапливаемых релейных шкафах. В этих сложных условиях реле должно работать четко, надежно и не создавать опасных отказов в работе железнодорожной автоматики и телемеханики угрожающих безопасности движения поездов.

В устройствах железнодорожной автоматики длительное время применялись импульсные реле типа ИМШ1 для работы в рельсовых цепях постоянного тока и ИМВШ-110 для работы в рельсовых цепях переменного тока, реле устанавливались в релейные шкафы и на станциях в релейных помещениях. [1]



Импульсное малогабаритное штепсельное реле ИМШ состоит из постоянного магнита, катушки, внутри которой размещается якорь с подвижными контактами, магнитопровода с четырьмя полюсными наконечниками, регулировочных винтов, якорь укреплен на металлическом основании.

Контактная система состоит из подвижных и неподвижных контактов и рассчитана на 20 миллионов переключений электрических цепей постоянного тока 0,5А при напряжении до 16 В. Детали реле закрыты прозрачным колпаком с ручкой.

Импульсное малогабаритное штепсельное реле ИМВШ-110 используется в качестве путевого реле в импульсных рельсовых цепях переменного тока. Внутри этого реле на корпусе укреплен панель с выпрямителем, состоящим из 4 кремниевых диодов. В остальном конструкция этого реле такая же, как и у реле ИМШ1. [2, с. 67]

Основными недостатками этих реле являются: большие габариты, масса около 2 килограмм, наличие ненадёжной контактной системы, которая затрудняет эксплуатацию реле и ухудшает его действие.

С целью увеличения ресурса работы вместо реле типа ИМВШ-110 в 1983 году было разработано и внедрено на железных дорогах технологичное, более низкое по стоимости реле ИВГ, в качестве переключающего контакта в котором применён ртутный магнитоуправляемый герметизированный контакт (геркон). [1]

Геркон представляет собой контактные пружины, выполненные из магнитомягкого материала, помещённые в стеклянную ампулу. Ампулу заполняют инертным газом или создают в ней вакуум. В обоих случаях практически отсутствует искрообразование и коррозия контактов. Коммутационный ресурс геркона в 10 раз выше износостойкости обычных (негерметизированных) металло-керамических контактов на основе серебра. Реле на их основе имеют меньшие габариты, стабильное сопротивление контактов, большой ресурс, высокое быстродействие, не подлежат регулировке в процессе эксплуатации. Многолетний опыт эксплуатации реле типа ИВГ в качестве путевого импульсного приёмника числовой кодовой автоблокировки дал как положительные, так и отрицательные результаты. Реле ИВГ проработали без профилактического ремонта более 10 лет, притом, что реле типа ИМВШ-110 требует ежегодного профилактического ремонта, связанного с заменой и регулировкой контактов. [3, с. 17]

Однако и реле ИВГ имеет существенные недостатки. Оно может применяться зимой только при наличии подогрева, так как ртуть замерзает при температуре минус 38 градусов. Второй недостаток этого реле — случаи переключения ртутью всех трех контактов (размыкающего, переключающего и замыкающего) одновременно, которое само не устраняется. Для восстановления работы ртутного геркона требуется внешнее вмешательство — геркон необходимо встряхнуть. Поэтому ИВГ не относится к реле 1 класса надёжности, работа контактов должна проверяться схемой работы дешифратора, но и переключение контактов приводит к остановке работы дешифратора и, как следствие, к остановке движения поездов на данном участке. Данные отказы особенно характерны для герконов первого поколения с натриевой амальгамой. В герконах с меднооловянной амальгамой количество подобных дефектов значительно меньше. Тем не менее, в общем числе неисправностей отказы такого вида преобладают. Поэтому со временем реле ИВГ начали модифицировать. [1][3]

С 1993 года в связи с изменением величин напряжения срабатывания и отпускания реле ИВГ стали называться ИВГ-М. В результате модернизации ИВГ-М было создано реле ИВГ-В с внутренним расположением геркона. В модернизированном реле была изменена конструкция магнитной системы и введена светодиодная индикация работы геркона, усовершенствован искрогасительный контур. [5, с. 388, 392]

Однако, несмотря на модернизацию приборов серии ИВГ такие дефекты, как временное переключение контактов герконов амальгамой продолжали иметь место и составляли большую долю отказов всех приборов. Одним из эффективных путей устранения рассмотренного недостатка является автоматический контроль за состоянием реле и включение резервного реле в случае его отказа. С этой целью был разработан импульсный путевой приёмник ИВГ-КР и ИВГ-КРМ. В этих конструкциях реле применено дублирование герконов. При выходе из строя одного геркона автоматически включается другой геркон. В ИВГ-КРМ применена схема автоматического включения подогрева в зависимости от температуры воздуха. Однако эти реле существенно сложнее и дороже первых типов реле ИВГ и не исключают отказы из-за перечисленных выше недостатков реле этой серии. Ещё одним недостатком реле с ртутным герконом являются трудности, связанные с его обслуживанием и утилизацией. [3, с. 17]



Качественным прорывом в модернизации реле серии ИВГ стало изобретение цифрового импульсного реле типа ИВГ-Ц. Современный электронный прибор обладает повышенной износостойкостью, которая обеспечивается использованием полупроводниковых коммутаторов вместо механических контактов. Повышенная надёжность и безопасность, обеспечивается наличием электронного контроля работы реле ИВГ-Ц и отсутствием изменения электрических параметров в процессе эксплуатации. В реле ИВГ-Ц устойчивость к импульсным помехам и перенапряжениям, обеспечивается использованием элементов защиты входных цепей, цепей питания и выходных коммутаторов. Работоспособность реле ИВГ-Ц контролируется по системе автоматизированного диспетчерского контроля, для передачи контрольной информации в реле существуют необходимые выводы диспетчерской сигнализации.



Реле ИВГ-Ц предусматривает возможность автоматического переключения на резервное путевое реле (ИВГ и ИМВШ) в случае возникновения защитного отказа. Температурный диапазон реле ИВГ-Ц до плюс 80 градусов, а наглядность его работы обеспечивается за счёт использования светодиодных индикаторов.

Реле импульсное путевое ИВГ-Ц предназначено для работы в кодовых рельсовых цепях переменного тока и устанавливается в сигнальных установках числовой кодовой автоблокировки с одним импульсным путевым реле.

Отличие ИВГ-Ц-В от ИВГ-Ц состоит в способе питания реле: ИВГ-Ц питается от источника постоянного пульсирующего тока, а ИВГ-Ц-В — от источника переменного тока. [4]

Следует отметить, что микропроцессорные устройства и приборы стоят значительно дороже контактных релейных систем и подвержены влиянию грозовых перенапряжений, то есть выходят из строя при ударах молнии вблизи расположения оборудования.

В настоящее время с целью устранения недостатков ртутных и цифровых реле, а именно исключения зависимости работы реле от минусовых температур, проблем, связанных с перекрытием контактов и утилизации реле, грозовых перенапряжений разработано импульсное реле ИВГ-С с применением сухого геркона МКС-27103. Реле

ИВГ-С полностью заменяет реле типа ИВГ и его разновидности, а также электронное реле ИВГ-Ц. Так как по своим техническим характеристикам серийный геркон МКС-27103 по числу срабатываний на нагрузки, даже в 3–5 раз меньше требуемых, выдерживает на три порядка меньшее число срабатываний по сравнению с герконом МКСР-45181, то для равноценной замены указанных выше реле новое реле типа ИВГ-С выполнено гибридным. В нем с целью увеличения количества срабатываний геркона МКС-27103 нагрузка на его контакты уменьшена до 1–2 мА, а для коммутации больших нагрузок используются полевые транзисторы.



Реле выдержало стендовые испытания в составе аппаратуры рельсовой цепи и показало хорошие результаты. Оно отличается простотой и в 5 раз дешевле электронного аналога ИВГ-Ц. Сейчас планируется провести его дальнейшие испытания и возможно внедрение на железных дорогах России.

Применение сухих герконов совместно с мощными полевыми транзисторами позволяет создать простые, недорогие, быстродействующие и экологически чистые устройства для коммутации больших токовых нагрузок, которые могут устойчиво работать в широком диапазоне температур. [1]

Литература:

1. Реле импульсные путевые типа ИВГ-С. ООО «НТЦ ИТ». www.gtscip.ru
2. Основы железнодорожной автоматики и телемеханики. В.С.Дмитриев, И.Г.Серганов. Учебник 1988 г.
3. Импульсный путевой приёмник ИВГ-КРМ. Журнал «АСИ» № 11 2008 г.
4. Реле импульсное путевое ИВГ-Ц, ИВГ-Ц-В. stalenergo.ru
5. Аппаратура ж.д. автоматики и телемеханики. В.И.Сороко. том 1. 2000 г.

4. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Интенсификация работы установок для сушки растительного капиллярно-пористого лекарственного сырья за счет электроосмоса

Антонов Руслан Викторович, аспирант;

Новожилов Федор Алексеевич, кандидат технических наук, доцент

Костромская государственная сельскохозяйственная академия

Процесс сушки растительного лекарственного сырья — это организованная стадия его переработки, позволяющая сохранить целебные свойства в течение достаточно долгого времени. В России ежегодная заготовка лекарственного сырья составляет около 70 тыс. тонн. Это требует применения, кроме естественных способов сушки сырья, искусственных, осуществляемых с помощью специальных установок.

Их использование позволяет упростить технологический процесс сушки дорогостоящего лекарственного сырья за счет механизации, автоматизации, контроля и управления процессом, тем самым снизить себестоимость высушенного сырья.

Проанализировав существующие способы сушки лекарственного сырья, можно сделать вывод, что комбинированный способ является самым эффективным по технико-экономическим обоснованиям. Среди комбинированных наиболее часто применяются конвективно-высокочастотный, радиационно-высокочастотный, радиационно-конвективный способы и др. Повышение эффективности этих способов посредством электроосмоса изучено недостаточно глубоко, и устройства, осуществляющие конвективно-высокочастотную сушку с применением электроосмоса, отсутствуют.

Под электроосмосом понимается движение жидкости через капилляр или пористую диафрагму под действием сил внешнего электрического поля. Электроосмос обусловлен тем, что на границе двух фаз (твердой и жидкой) за счет перераспределения электрических зарядов образуется двойной электрический слой. Если вдоль границы этих сред приложить разность потенциалов от внешнего источника, то заряженный слой жидкости под действием сил внешнего поля будет перемещаться в сторону противоположно заряженного источника, увлекая за собой за счет внутреннего трения слои незаряженной жидкости. Так возникает движение жидкости относительно твердой фазы.

На основании патентного поиска нами разработана сушильная СВЧ-печь конвейерного типа и составлена заявка на полезную модель №(2012102760/07 (004013), по которой Роспатентом принято решение о выдаче патента.

Разработка относится к установкам для сушки сельскохозяйственного сырья, в частности к сушилкам с использованием СВЧ-энергии и энергии электрического поля постоянного тока. Изобретение применимо для сушки сырья растительного происхождения с капиллярно-пористым строением: ягод, сочных трав и плодов, корнеплодов, лекарственного сырья, грибов, может использоваться на фермерских хозяйствах, при консервировании выращенного урожая, а также собранных дикорастущих трав и их корней.

Известным средством повышения эффективности процессов нагрева и сушки различных продуктов и материалов является использование конвекционно-микроволновых устройств и установок, в которых обрабатываемый продукт подвергается одновременному воздействию микроволнового (СВЧ) излучения и обдуву горячим воздухом. [1, 2, 3, 4, 5].

Недостатком таких СВЧ-печей является то, что только малая часть от подведенной СВЧ-энергии к объекту сушки расходуется на положительный температурный перепад, ускоряющий продвижение влаги к поверхности, а оставшаяся энергия идет на нагрев материала и влаги в нем, испарение влаги, покрытие всех теплопотерь. Это является причиной удлинения процесса сушки в таких печах и снижает их производительность.

Предлагаемая разработка направлена на интенсификацию процесса сушки капиллярно-пористого сырья растительного происхождения в СВЧ-печах за счет электрокинетических явлений (в частности электроосмоса), возникающих при наложении электрического поля постоянного тока на объект сушки.

На рис. 1 изображена сушильная СВЧ-печь конвейерного типа с продольным разрезом; на рис. 2 — сушильная СВЧ-печь конвейерного типа с поперечным разрезом.

Поставленная задача решается тем, что сушильная СВЧ-печь содержит рабочую камеру нагрева 1 с защитными шторками 2, ленточный транспортер 3, индивидуальные камеры СВЧ-генераторов 4, воздуховода 5 с вентилятором 6, волновода 7, связанного с каждым из генераторов 8 и введенного в камеру нагрева и заканчивающегося излучающими щелями 9, источника постоян-

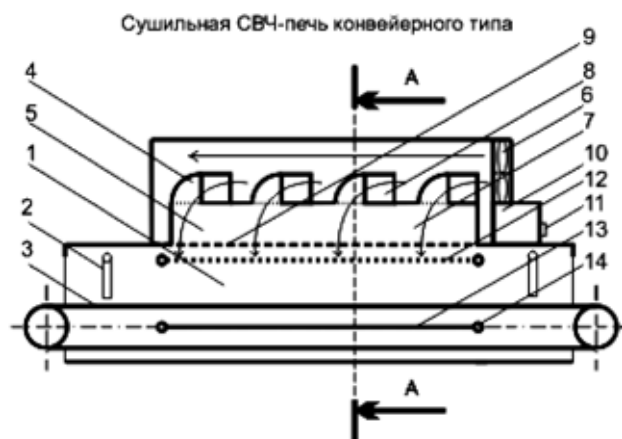


Рис. 1

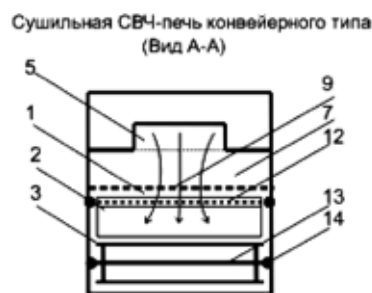


Рис. 2

ного тока 10 с индивидуальным выключателем 11, анода 12, катода 13, диэлектрических изоляторов 14. Причем катод изготовлен из немагнитной металлической сетки и расположен параллельно стенке волновода, в которой прорезаны излучающие щели, а второй электрод, являющийся анодом, сделан из металлической перфорированной пластины и параллелен перфоленте транспортера. Электроды расположены с воздушным зазором от стенок рабочей камеры и волновода. В корпус СВЧ-печи устанавливается источник постоянного тока для создания разности потенциалов между анодом и катодом рабочей камеры, вследствие чего образуется электрическое поле постоянного тока. Анод и катод источника постоянного тока электрически соединены с анодом и катодом рабочей камеры посредством проводников из немагнитных металлов, которые проходят через отверстия в диэлектрических изоляторах.

Работа сушильной СВЧ-печи конвейерного типа осуществляется в непрерывном режиме подачи и выемки обрабатываемого продукта и, соответственно, в режиме непрерывного включения СВЧ-генераторов, вентилятора и источника постоянного тока 1. Обрабатываемый продукт размещается на перфорированной ленте транспортера у входа печи и перемещается внутри полости рабочей камеры нагрева к выходу из печи, открывая защитные шторки. В течение всего времени движения продукта он подвергается микроволновому облучению, также подвергается обдуву горячим воздухом из камер СВЧ-генераторов через прорезанные в стенках волноводов щелевые отверстия, а далее горячий воздух поступает в рабочую камеру нагрева, одновременно с этим подвергается действию электрического поля постоянного тока, возникающему между анодом и катодом. В результате находящийся в рабочей камере нагрева обрабатываемый продукт разогревается выделяющейся в нем энергией микроволнового излучения, энергией обдувающего его горячего воздуха, а энергия электрического поля постоянного тока интенсифицирует перенос влаги к поверхности обрабатываемого продукта. Скорость движения ленты транспортера вы-

брана таким образом, чтобы за время движения продукта в полости рабочей камеры был завершен процесс сушки.

Другим устройством является сушильная бытовая СВЧ-печь, включающая магнетрон с системой электропитания и управления, корпус с волноводом, рабочую камеру с полками для сырья, по крайней мере одна из стенок которой выполнена с перфорацией для прохода воздуха, вытяжной вентилятор с диффузором и индивидуальным выключателем, причем большим основанием диффузор присоединен к перфорированной стенке рабочей камеры, а площадь перфорированной поверхности стенки, охватываемая диффузором, составляет 0,5–1,0 площади поперечного сечения рабочей камеры, в рабочую камеру монтируются как минимум два электрода из немагнитного металла, они крепятся посредством диэлектрических изоляторов к рабочей камере. Один электрод является катодом, изготовлен из металлической сетки с мелкой ячейкой и расположен параллельно верхней стенке рабочей камеры под диссектором, а второй электрод, являющийся анодом, сделан из металлической перфорированной пластины и параллелен нижней стенке рабочей камеры. Площадь электродов соизмерима с площадью полок и поддонов для сырья, но меньше площади стенок рабочей камеры для обеспечения воздушного зазора. В корпус СВЧ-печи устанавливается источник постоянного тока для создания разности потенциалов между анодом и катодом рабочей камеры, вследствие чего образуется электрическое поле постоянного тока. Он оборудуется индивидуальным выключателем, установленным на панели управления, а в рассечку цепи питания источника постоянного тока последовательно включается контакт замкового выключателя дверки СВЧ-печи, обеспечивающий её безопасное использование. Анод и катод источника постоянного тока электрически соединены с анодом и катодом рабочей камеры посредством проводников из немагнитных металлов, которые проходят через отверстия в диэлектрических изоляторах.

На рис. 3 изображена сушильная бытовая СВЧ-печь вид спереди (дверца открыта); на рис. 4 — сушильная бы-

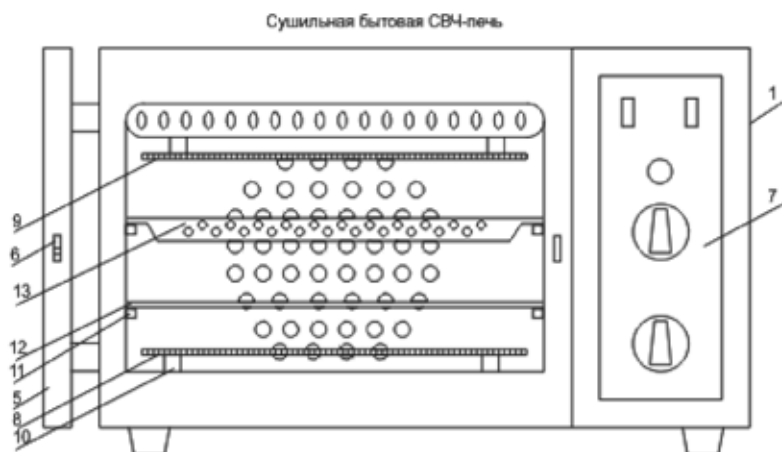


Рис. 3

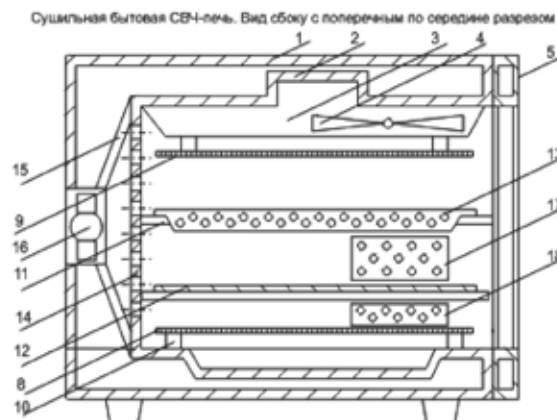


Рис. 4

товая СВЧ-печь вид сбоку (с разрезом по середине рабочей камеры).

Сушильная бытовая СВЧ-печь состоит из следующих основных частей: корпуса 1, магнетрона (не показан) с волноводной системой 2, рабочей камеры 3 с диссектором 4, вентилятора охлаждения магнетрона (не показан), дверки 5 с замковым выключателем 6, панели управления 7, источника постоянного тока (не показан), анода 8, катода 9, диэлектрических изоляторов 10, направляющих планок 11, перфорированных полок 12 и поддонов 13 для загрузки продукта сушки, перфорированной задней стенки 14 рабочей камеры, диффузора 15, вытяжного вентилятора 16, воздухоподающих окон 17 и 18 с перфорацией. Источник постоянного тока (не показан) смонтирован в корпусе 1 и включается индивидуальным выключателем с панели управления 7. Анод 8 и катод 9 крепятся к рабочей камере посредством диэлектрических изоляторов 11, через отверстия которых анод 8 и катод 9 рабочей камеры 3 при помощи немагнитных проводников электрически соединяются с анодом и катодом источника постоянного тока. На направляющие планки 11 устанавливаются перфорированные полки 12 и поддоны 13 для загрузки продукта сушки. Также они позволяют регулировать расстояние по высоте между полками 12 и поддонами 13 и создавать воздушные промежутки (проходы) между слоями продукта сушки. К перфорированной задней стенке 14 рабочей камеры СВЧ-печи через диффузор 15, охватывающий от 0,5 до 1,0 площади поперечного сечения рабочей камеры, закреплен вытяжной вентилятор 16, включающийся с панели 7 индивидуальным выключателем. В боковых стенках рабочей камеры имеются воздухоподающие окна 17 и 18 с перфорацией. Через перфорацию окна 17 в рабочую камеру поступает нагретый воздух после охлаждения магнетрона. Через перфорацию окна 18 засасывается дополнительный поток воздуха, имеющий температуру окружающей среды. Окно 18 имеет подвижную заслонку, которая регулирует поток, входящий в рабочую камеру.

Сушильная бытовая СВЧ-печь работает следующим образом.

Перед началом работы сушильная СВЧ-печь устанавливается на ровное устойчивое основание и подключается к электрической сети. Подготовленный для сушки продукт, прошедший предварительную обработку (отсортированный, при необходимости вымытый и обсушенный), раскладывается на перфорированные полки 12 или на поддоны 13. На полки 12 раскладываются травянистые растения (листья мать-и-мачехи, трава чистотела, мята перечная и другие) слоем 2,0–4,0 см. В поддоны кладутся ягоды, плоды, корневища. Разовая загрузка сушильной СВЧ-печи в зависимости от продукта сушки и принятой технологии составляет минимум 2 поддона или полки (слоев обработки). Загруженные полки или поддоны с продуктами сушки устанавливаются в рабочей камере сушильной СВЧ-печи на продольных направляющих планках 11. После загрузки продукта сушки в рабочую камеру нажимается кнопка на панели управления 7, при этом включается лампа освещения рабочей камеры и вентилятор магнетрона. Убедившись, что продукт сушки располагается в рабочей камере согласно принятой технологии, включают вытяжной вентилятор 16 и открывают регулировочную заслонку окна 18. После этого закрывают дверку 5 и, набрав на панели управления СВЧ-печи режим и время работы, включают магнетрон и выключатель источника постоянного тока.

В процессе работы СВЧ-печи на продукт сушки через волноводную систему 2 поступает СВЧ-излучение, которое диссектором 3 распределяется по рабочей камере, при этом осуществляется интенсивный внутренний прогрев и стерилизация материала сушки под действием СВЧ-излучения. Одновременно с СВЧ-излучением между анодом 8 и катодом 9 создается электрическое поле постоянного тока, которое, как показала практическая проверка, интенсифицирует выгонку внутренней влаги на поверхность объекта сушки. Также через перфорированное окно 17 в рабочую камеру печи поступает нагретый воздух

с температурой порядка 50°C. Проходя через слои продукта сушки, этот воздух прогревает материал сушки снаружи и, обдувая его, захватывает пары влаги по всему сечению рабочей камеры. После чего через перфорацию задней стенки и широкозахватный диффузор 15 пары влаги принудительно удаляются из рабочей камеры СВЧ-печи напором, создаваемым вентилятором 16. Перфорированное воздушное окно 18, регулируемое по площади, служит для дополнительного забора воздуха из окружающей среды для ускорения выноса пара и регулирования температуры продукта сушки путем обдува его обычным ненагретым воздухом.

После окончания заданного времени (цикла) СВЧ-сушки (обычно 10–15 минут) магнетрон отключается и начинается завершающая стадия процесса сушки: электрическое поле продолжает воздействовать на сырьё, через рабочую камеру при помощи широкозахватного диффузора 15 и вытяжного вентилятора 16 прогоняется воздух, унося с поверхности объекта и из рабочей камеры остаточные пары влаги, при этом производится остаточное подсушивание и охлаждение материала сушки. Эта стадия продолжается в течение 5–7 минут, после чего дверца 5 открывается, достаётся продукт, проверяется его качество. При необходимости можно продолжить сушку, при этом перфорированные полки переставляются местами, поворачиваются, объект сушки на них переворачивается и цикл повторяется в той же последовательности. После завершения СВЧ-сушки продукт помещается в герметичные пакеты и направляется на хранение.

Комбинированная сушка, состоящая из СВЧ-нагрева с активной принудительной вытяжной вентиляцией горячим и холодным воздухом, отсасываемым через широкозахватный диффузор практически по всему поперечному сечению рабочей камеры, размещением продукта

сушки в несколько слоев с воздушными промежутками, наложением электрического поля постоянного тока, позволяет сократить время сушки продукта. Качество продукта вследствие высокой скорости сушки получается очень высоким, при этом сохраняется зеленая окраска растений, пряные запахи, биологические активные вещества. Общее время сушки партии продукта составляет в среднем 20–30 минут.

При выключении вытяжного вентилятора 16, источника постоянного тока и закрытии воздушного окна 18 бытовая сушильная СВЧ-печь работает в режиме обычной бытовой СВЧ-печи и используется для приготовления или разогрева пищи, размораживания продуктов.

Техническое выполнение сушильной бытовой СВЧ-печи может быть осуществлено в условиях специализированных ремонтных мастерских путем монтажа электродов в рабочей камере и источника постоянного тока в корпус СВЧ-печи, установки на задней стенке рабочей камеры вытяжного вентилятора и широкозахватного диффузора, охватывающего от 0,5 до 1,0 площади поперечного сечения рабочей камеры с перфорацией стенки по площади диффузора, что расширяет область применения бытовой СВЧ-печи и позволяет перерабатывать сельхозсырьё в домашних условиях, сокращая время сушки в 4–6 раз при значительной экономии электроэнергии и высоком качестве получаемого конечного продукта.

Предлагаемая конструкция сушильной бытовой СВЧ-печи может пользоваться устойчивым спросом у садоводов, огородников, заготовителей лекарственных растений.

Таким образом, описанные сушильные установки обеспечивают интенсификацию процесса сушки капиллярно-пористого сырья растительного происхождения при помощи электрокинетических и конвективно-микроволновых воздействий.

Литература:

1. Сверхвысокочастотное устройство для сушки диэлектриков: пат. 786071 Рос. Федерация: МКП5 Н 05В 6/64 / Париллов В.А.; заявитель и патентообладатель Саратовский политехнический институт. — №2724791; заявл. 15.12.1978; опубл. 07.12.1980, Бюл. №45.
2. СВЧ-установка для сушки сыпучих продуктов: пат. 2050704 Рос. Федерация: МКП6 Н 05В 6/64 / Удалов В.Н.; заявитель и патентообладатель Удалов В.Н.. — №5048186/09; заявл. 17.06.1992; опубл. 20.12.1995, Бюл. №17.
3. Конвейерная СВЧ-печь: пат. 1755394 Рос. Федерация: МКП5 Н 05В 6/64 / Войцехович С.В.; заявитель и патентообладатель Всесоюзный научноисследовательский институт по автоматизированным технологическим линиям и оборудованию по производству строительных материалов. — №4817359; заявл. 29.01.1990; опубл. 15.08.1992, Бюл. №30.
4. Микроволновая печь: пат. 2000102405 Рос. Федерация: МКП7 Н 05В 6/64, А 21В 2/00 / Иванов В.А.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственность «Ингридиент». — №4963244/09; заявл. 18.12.1998; опубл. 10.09.2000, Бюл. №16 (II ч.).
5. СВЧ-печь конвейерного типа: пат. 2060600 Рос. Федерация: МКП6 Н 05В 6/64, F24C70/02, F26B3/32 / Валеев Г.Г., Карпенко Ю.В., Корнеев С.В., Нефедов В.Н.; заявитель и патентообладатель Малое предприятие Научно-технический центр «Альфа 1». — №93049888/09; заявл. 02.11.1993; опубл. 20.05.1996, Бюл. №17.

Контроль температуры зерна в СВЧ-камере

Будников Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, научный сотрудник
ГНУ ВИЭСХ Россельхозакадемии

Движущими элементами процесса сушки СВЧ активированного зерна являются разность температур центра и поверхности зерновки, $\Delta\Theta$, и давление паров жидкости в зерновке, P . Требуется экспериментальное и теоретическое описание подтверждение распределения температуры внутри зерновки $\Delta\Theta$. Проблема заключается в том, что измерение температуры материала должно проводиться под действием СВЧ поля. Ранее [1, 2] для этих целей использовали керосиновые термометры, которые могли работать в СВЧ поле с достаточной точностью. Однако их невозможно использовать для измерения температуры внутри зерновки, кроме того они инерционны. При проведении различных исследований по СВЧ обработке и сушке зерна [3, 4, 5] измерение температуры материала проводили при помощи термопар, но погружали их в продукт после прекращения действия СВЧ поля. Проведенные аналитические расчеты показывают, что время нарастания температуры внутри зерновки составляет не более 20...60 секунд. Время выравнивания температуры внутри зерновки с температурой агента сушки после прекращения действия СВЧ, в зависимости от влажности зерна может колебаться от 5 до десятков минут. При такой динамике нагрева и охлаждения особенно важными бывают и начальные моменты процесса. Процедура же ввода термопар в исследуемый слой после прекращения действия СВЧ излучения не позволяет зафиксировать динамику нагрева зернового слоя и единой зерновки и дает значительные по-

грешности в измерениях остывания зернового слоя. Кроме того, практически невозможно измерить разность температур центра и поверхности зерновки $\Theta_{ц} - \Theta_{п}$.

Следует отметить, что упомянутые методы измерений температуры обрабатываемого продукта при СВЧ воздействии практиковались в частично заполненных СВЧ зонах (в установках резонаторного типа). В этом случае объем зерна занимал меньшую часть СВЧ камеры. Поэтому помещение металлических термопар в зону действия СВЧ приводило к их перегоранию.

Был поставлен эксперимент с целью:

- установить возможность использовать термопары К-типа в СВЧ поле (в полностью загруженной продуктом активной зоне), для измерения температуры зерна;
- оценить погрешность влияния разогрева самой термопары на показания при измерении температуры зерна.

Для его проведения использовалась лабораторная установка, включающая в себя активную зону, блок питания, тепловентиляционный блок с воздуховодами, модули подключения термопар, ПК.

Общий вид установки приведен на рисунке 1.

Используемое оборудование: АС4 — автоматический преобразователь интерфейсов; МВА-8 — модули ввода; термопары К-типа; настольный ПК; Center-310 — портативный прибор контроля относительной влажности и температуры воздуха использовали; ТКА-ПКМ — портативный прибор контроля скорости воздуха.

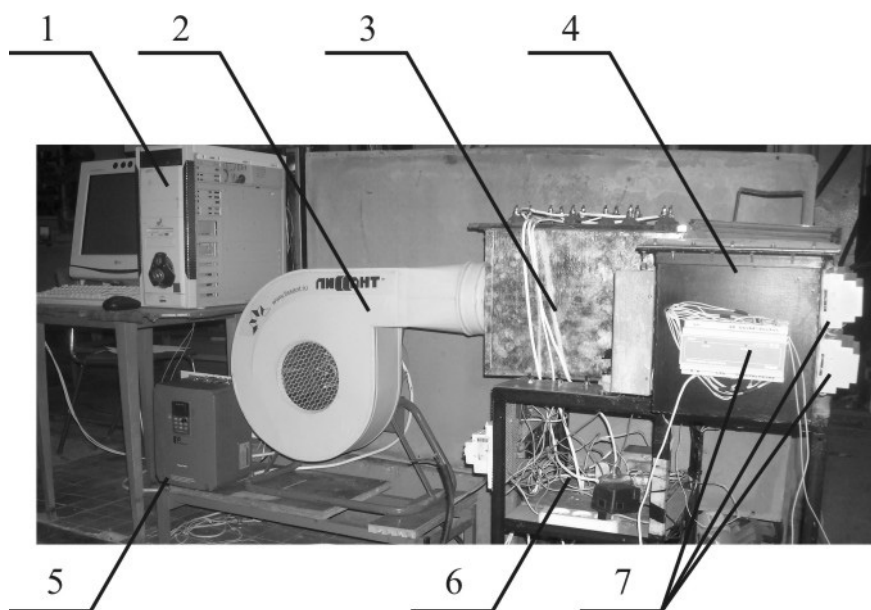


Рис. 1. Общий вид лабораторной установки

1 – ПК; 2 – вентилятор; 3 – блок ТЭНРов; 4 – СВЧ зона; 5 – преобразователь частоты;
6 блок питания магнетрона; 7 – устройства ввода.

Контроль температуры проводили на поверхности и в центре зерновки. Для этого в центре зерновки проделывали углубление, соответствующее диаметру термопары и встраивали ее внутрь. Внешний вид термопар, встроженных в зерновку пшеницы приведен на рисунке 2.

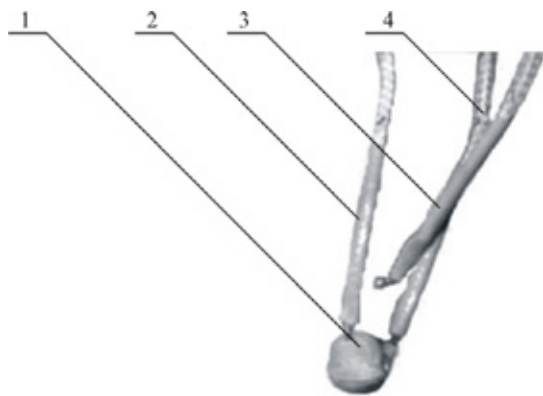


Рис. 2. Зерновка нута с термопарами

1 – зерновка нута; 2 – термопара в центре зерновки;
3 – термопара в зоне сушки; 4 – термопара на поверхности зерновки

В активную зону на расстоянии 2 см от магнетрона устанавливали фторопластовую пластину. Между фторопластом и магнетроном помещали полиэтиленовый пакет, в который наливали воду. Таким образом, магнетрон работал на нагрузку, которой являлся слой воды, а

ослабленное СВЧ поле попадало в активную зону. Непосредственно за фторопластовой пластиной располагали зерновку с встроенной вовнутрь термопарой. На поверхности зерновки казеиновым клеем закрепляли вторую термопару. Третья термопара располагалась рядом с зерновкой и должна была разогреваться под действием СВЧ излучения.

Сверху активную зону плотно закрывали защитным экраном. Изменение температуры контролировали на экране монитора ПК. Одновременно велась запись в файл всех результатов измерений.

Показания температуры нагрева зерна в этих точках снимались синхронно в течение 30 секунд работы магнетрона.

Результаты исследований представлены в виде графиков. На рисунке 3 показаны графики изменения температуры в центре и на поверхности зерновки пшеницы влажностью 14 % помещенной в СВЧ поле в соответствии с методикой изложенной выше.

Максимальная температура нагрева центра зерновки составила 34,5°C ($\Delta\Theta=11,2^\circ\text{C}$), поверхности 33°C ($\Delta\Theta=9,7^\circ\text{C}$). Максимальный нагрев самой термопары свободно расположенной в камере СВЧ, по отношению к начальной температуре, составил 2,5°C. Разность графиков $\Theta_{ц}-\Theta_{терм}$ и $\Theta_{п}-\Theta_{терм}$ приведена на рисунке 4. Из рисунков видно, что имеется влияние разогрева термопары на измерения температуры в центре и на поверхности зерновки. Данное влияние не сказывается на динамике нагрева и охлаждения зерновки. Особенно наглядно



Рис. 3. Графики изменения температуры в центре и на поверхности зерновки пшеницы при СВЧ-воздействии для $W_3=14\%$

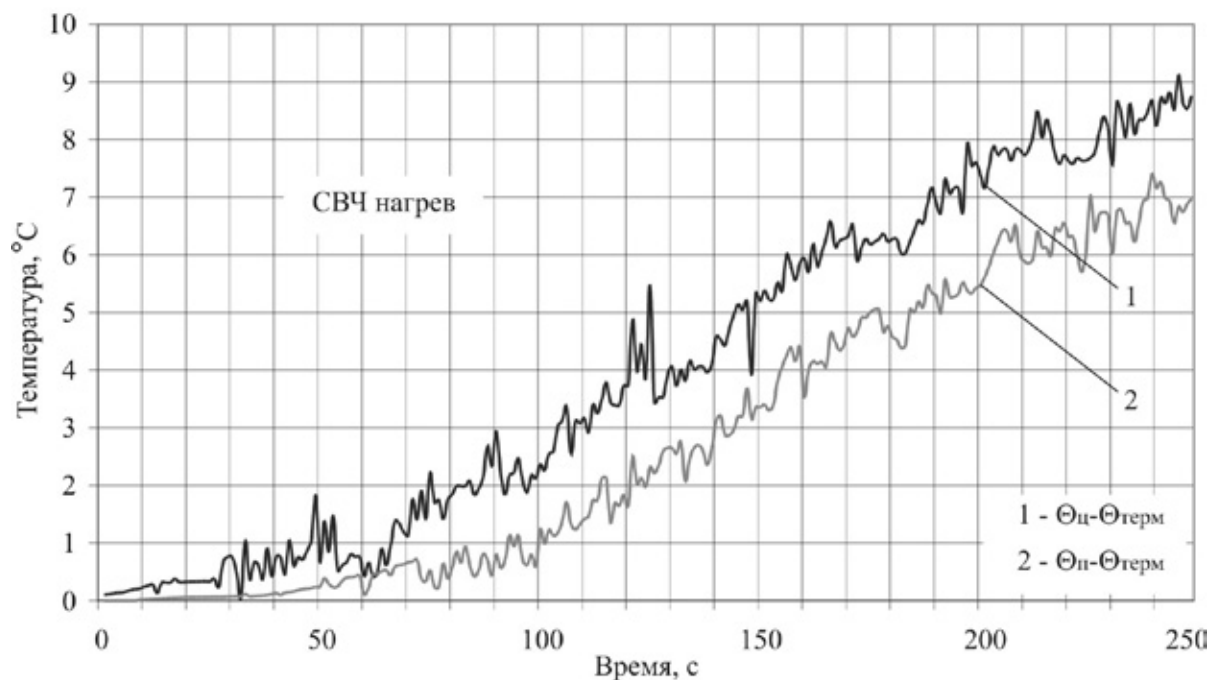


Рис. 4. Разность графиков $\Theta_{\text{ц}} = f(\tau) - \Theta_{\text{терм}} = f(\tau)$ и $\Theta_{\text{п}} = f(\tau) - \Theta_{\text{терм}} = f(\tau)$ для $W_3=14\%$

это на скорости изменения температур после прекращения действия СВЧ поля. Скорость изменения температуры «чистой» термопары значительно ниже скорости изменения в центре и на поверхности зерновки. Аналогичный эксперимент проделывался и с зерновкой различных влажностей.

Анализируя результаты эксперимента, можно сделать следующие выводы:

— допустимо использовать тонкие термопары К-типа для измерения величины температуры внутри зерновок с.х. культур и в зерновом слое полностью заполненных СВЧ камер;

— использование термопар в СВЧ камерах для контроля температуры внутри зерновок позволяет получать косвенные данные об изменении влажности и диэлектрической проницаемости частей зерновок.

Литература:

1. Лыков А.В. Исследование процесса сушки в поле высокой частоты [Текст] / А.В. Лыков, Г.А. Максимов // Тепло-и массообмен в капиллярно-пористых телах. — Л., М.: Госэнергоиздат, 1957. — С. 133–142.
2. Максимов Г.А. Исследование процессов тепло- и массообмена при внутреннем источнике [Текст]: автореф. дис. д-ра техн. наук / Г.А. Максимов; МТИПП. — М., 1956. — 35 с.
3. Вендин С.В. Обработка семян электромагнитным полем [Текст]: дис. ...докт. техн. наук: 05.20.02 / С.В. Вендин. — Москва, 1994. — 463 с.
4. Бабенко А.А. Распространение электромагнитного импульса при СВЧ обработке [Текст] / А.А. Бабенко, С.В. Вендин // Моделирование и автоматизация технологических процессов сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. / МИИСП имени В.П. Горячкина. — М.: 1992. — С. 105–109.
5. Пахомов В.И. Оптимизация тепловой обработки фуражного зерна СВЧ-энергией [Текст] / В.И. Пахомов, В.Д. Каун // Мех. и электр. с.-х. — 2000. — №9. — С. 8–10.

Математическое моделирование параллельного компенсатора мощности

Михайлов Владимир Владимирович, магистрант;

Позднов Максим Владимирович, кандидат технических наук, доцент

Тольяттинский государственный университет

В настоящее время по оценкам отечественных и ведущих зарубежных специалистов, доля энергоресурсов, и в частности электроэнергии, составляет порядка 30–40 % от стоимости продукции [1, с. 6]. Полная мощность, потребляемая нагрузкой, делится на две составляющие — активную и реактивную. Реактивная мощность в отличие от активной не совершает механической работы, тем не менее, она необходима для работы реактивной нагрузки. Вследствие этого целесообразно локализовать место ее протекания непосредственно вблизи с оборудованием, поскольку при этом снижаются потери мощности на проводах и кабелях, появляется возможность подключения дополнительной нагрузки за счет снижения тока, потребляемого с силового трансформатора. Локализация протекания реактивной составляющей полной мощности лежит в основе компенсации реактивной мощности. Поэтому этот метод является одним из направлений решения вопроса энергосбережения. Меры принимаемые для компенсации реактивной мощности, помимо снижения затрат на электроэнергию увеличивают ресурс оборудования, тем самым уменьшая расходы компании или производства.

Одним из мероприятий по компенсации реактивной мощности является параллельное подключение к устройству с постоянной нагрузкой компенсирующего конденсатора соответствующей мощности. При изменяющейся во времени нагрузке рекомендуется использовать автоматические конденсаторные установки. Однако при этом процесс компенсации происходит не одновременно с изменением параметров сети, а с некоторой задержкой. Применение конденсаторных установок с переключающими ключевыми полупроводниковыми элементами (тиристорами) приводит к появлению переходных процессов, ухудшающих качество сетевого напряжения. Не маловажным фактором является то, что подобные компенсаторы не обеспечивают компенсации реактивной мощности в нагрузке по высшим гармоникам.

Рассматриваемый в статье параллельный компенсатор реактивной мощности отличается отсутствием данных недостатков. На рисунке 1 приведена структурная схема включения исследуемого компенсатора.

Особенностью системы, изображенной на рисунке 1, является то, что искажения, вносимые нагрузкой в сетевой ток, компенсируются включенным параллельно нагрузке компенсирующим устройством. Это устройство генерирует ток компенсации $i_k(t)$, таким образом, что ток сети становится сфазированным с сетевым напряжением $u_c(t)$ и равным активной составляющей тока нагрузки $i_k(t) = i_A(t)$. Алгоритм вычисления тока компенсации представляет собой следующую последовательность действий:

1) Вычисляется активная мощность нагрузки P_A из измеренных тока нагрузки $i_n(t)$ и напряжения нагрузки $u_n(t)$ за текущий период T :

$$P_A = \frac{1}{T} \int_0^T i_n(t) \cdot u_n(t) \cdot dt. \quad (1)$$

2) Вычисляется активное сопротивление нагрузки R_A и активный ток через нагрузку $i_A(t)$ за этот же период T :

$$R_A = \frac{U_c^2}{P_A}; \quad (2)$$

$$i_A(t) = \frac{u_n(t)}{R_A}, \quad (3)$$

где U_c — действующее сетевое напряжение (равное действующему напряжению на нагрузке U_n).

3) Вычисляется ток компенсации на следующий период:

$$i_k(t) = i_n(t) - i_A(t). \quad (4)$$

Структурная схема компенсирующего устройства, выполняющего данный алгоритм и формирующего ток компенсации, представлена на рисунке 2.

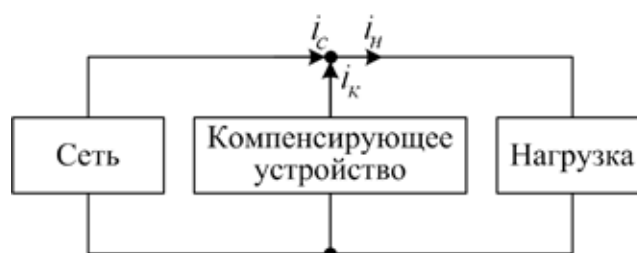


Рис. 1. Структурная схема системы с параллельным компенсатором

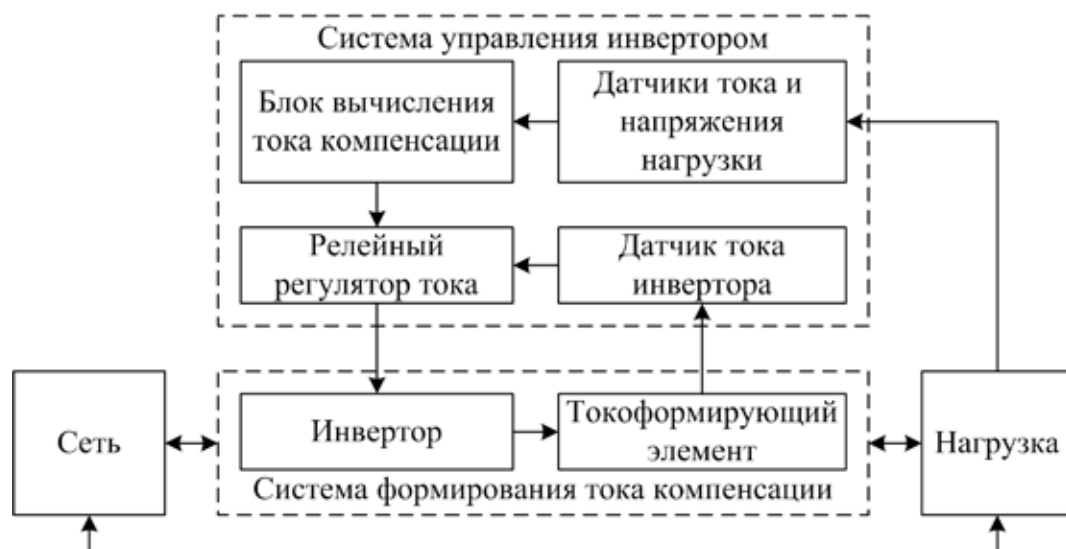


Рис. 2. Структурная схема компенсирующего устройства параллельного типа

Схема работает следующим образом:

1) информация о текущих значениях напряжения и тока нагрузки с датчиков поступают в блок вычисления тока компенсации;

2) в блоке вычисления тока компенсации по алгоритму, описанному выше, производится вычисление тока компенсации;

3) релейный регулятор тока (PPT) по вычисленному току компенсации и информации о реальном токе, полученной от датчика тока инвертора, формирует импульсы управления на силовых ключах инвертора;

4) силовые ключи инвертора отрабатывают протекание через токоформирующий элемент вычисленного тока компенсации.

Для исследования системы с параллельным компенсатором реактивной мощности использовалась среда математического моделирования MATLAB и ее модуль Simulink, позволяющий моделировать, имитировать и анализировать динамические электрические системы.

На рисунке 3 представлена расчетная модель системы с параллельным компенсатором, разработанная в пакете MATLAB.

Сеть (блок Set') моделируется источником переменного напряжения с действующим значением равным 220 В. Нагрузка (блок Nagruzka) представляет собой параллельно включенное сопротивление $R = 10$ Ом и индуктивность $L = 15$ мГн. Токоформирующий элемент (блок TFE) представляет собой индуктивность $L = 10$ мГн с собственным сопротивлением $R = 0,1$ Ом.

Рассмотрим более подробно устройство остальных блоков и принцип их работы. На рисунке 4 представлена схема блока вычисления тока компенсации (блок $V_{i\text{islenie } I_k}$ на рисунке 3).

Данный блок реализует алгоритм вычисления тока компенсации. На входы 1 (I_n) и 2 (U_n) подаются соответственно ток и напряжение нагрузки, блок Active Power

вычисляет значение активной мощности за период. Значения напряжения сети U_n , действующего напряжения сети U_d и мощности в блоке Active current служат для вычисления активного тока по формулам (2) и (3) приведенным к одному уравнению. Блок вычисления разницы реализует формулу (4) и на выходе получается вычисленный ток компенсации.

Рассмотрим теперь блок релейного регулятора тока (блок RRT на рисунке 3), схема которого приведена на рисунке 5.

Она представляет собой релейный регулятор тока с двумя фиксированными состояниями. Условиями переключения ключей является достижение реальным током компенсации i_{kr} (блок I_{kreal}) одного из пределов погрешности D (задана в блоке Delta) установленного от значения вычисленного тока компенсации. Этот ток поступает на вход 1 (I_k) с выхода 1 (I_k) блока вычисления тока компенсации (рисунк 4). За пересечением верхней ($i_k + \Delta$) и нижней ($i_k - \Delta$) границ следят компараторы (блоки Relational Operator и Relational Operator1 соответственно).

Таким образом, при условии $i_{kr} \geq (i_k + \Delta)$, т.е. при превышении верхней границы реальным током компенсации, с компаратора (блок Relational Operator) на R вход триггера (блок S-R Flip-Flop) подается логическая единица. Состояние прямого выхода триггера переходит в состояние логический ноль, а инверсного в логическую единицу. При этом силовые ключи VT1 и VT3 закрываются, а ключи VT2 и VT4 открываются (силовые ключи изображены на рисунке 7). При достижении условия $i \leq (i_k - \Delta)$, с выхода компаратора (блок Relational Operator1) логическая единица поступает на S вход триггера. Состояние прямого выхода триггера переходит в состояние логическая единица, а инверсного в логический ноль. Силовые ключи VT1 и VT3 открываются, а ключи VT2 и VT4 закрываются.

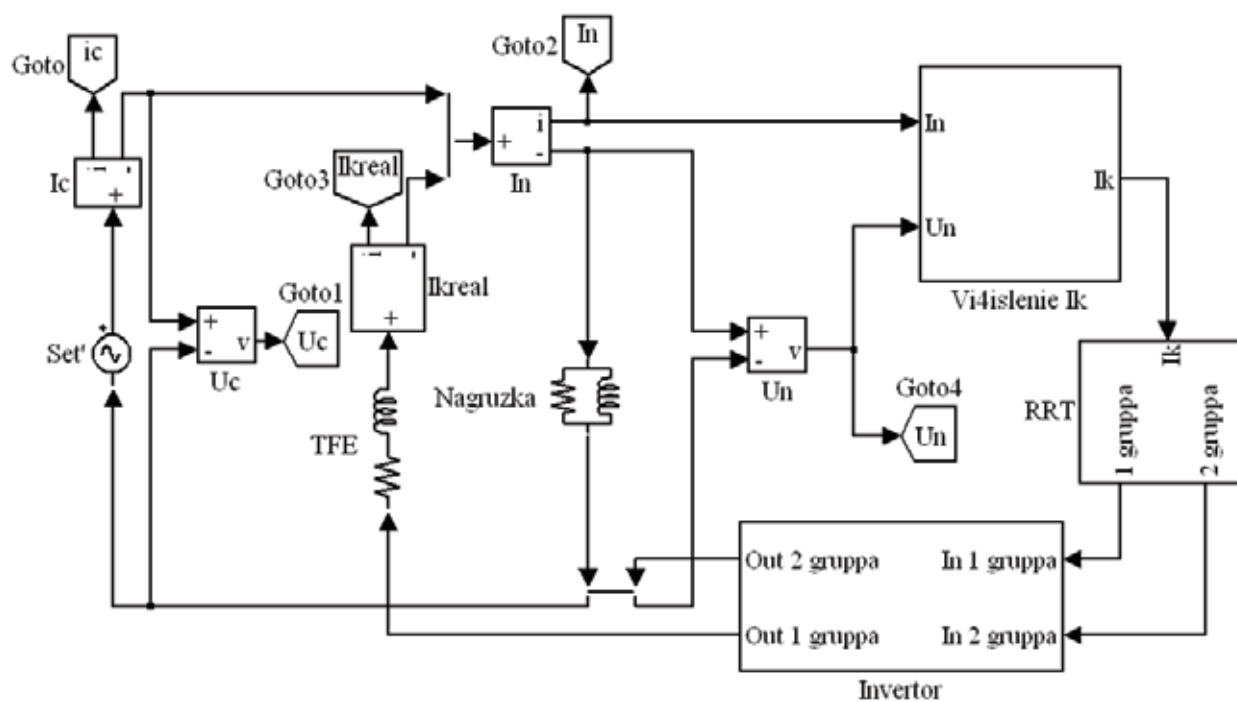


Рис. 3. Расчетная модель исследуемой системы в программе MATLAB

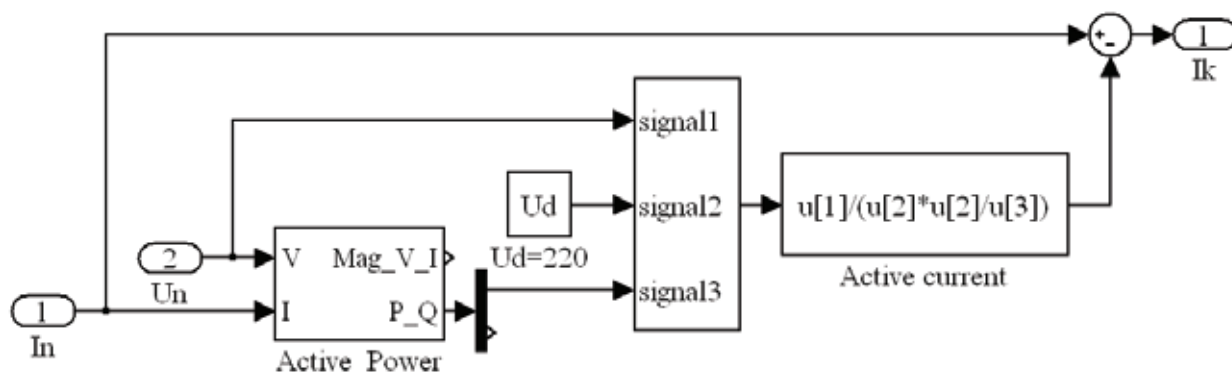


Рис. 4. Схема блока вычисления тока компенсации

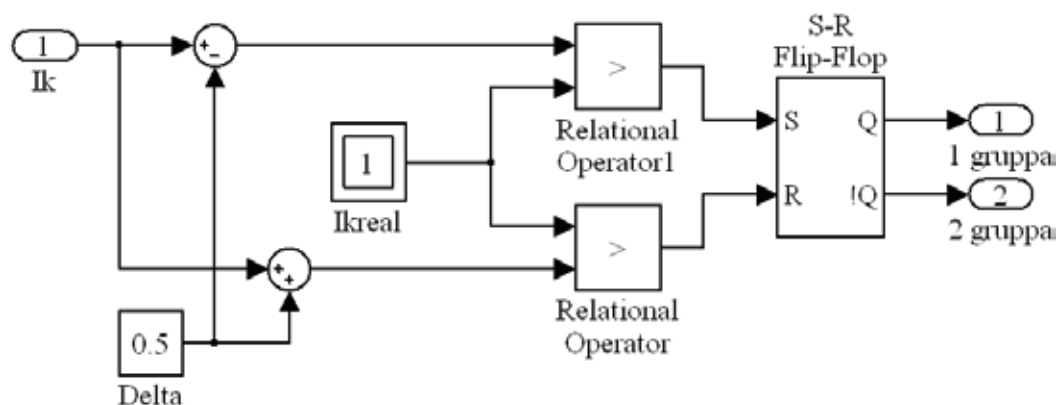


Рис. 5. Схема блока релейного регулятора тока

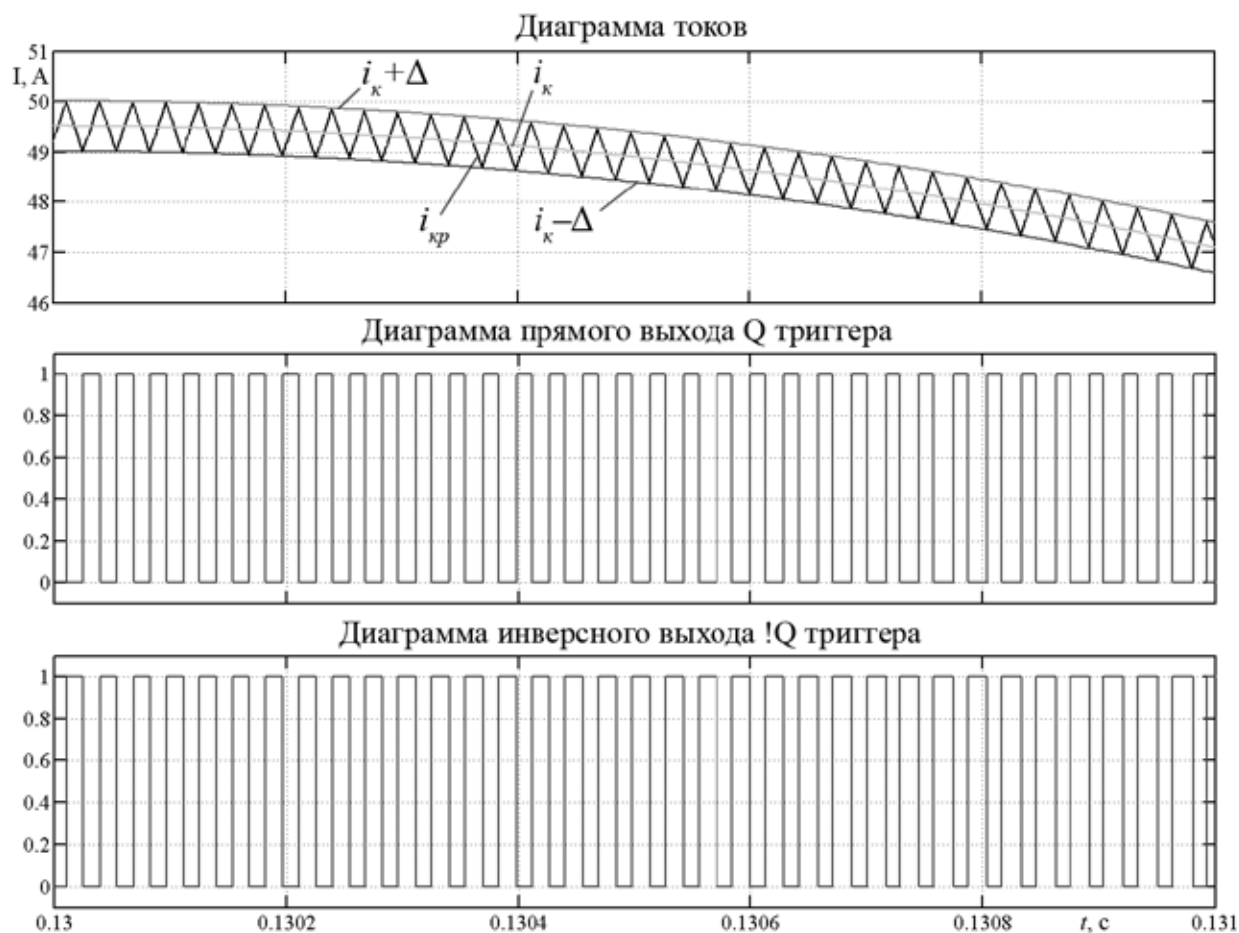


Рис. 6. Диаграммы, поясняющие принцип работы релейного регулятора тока

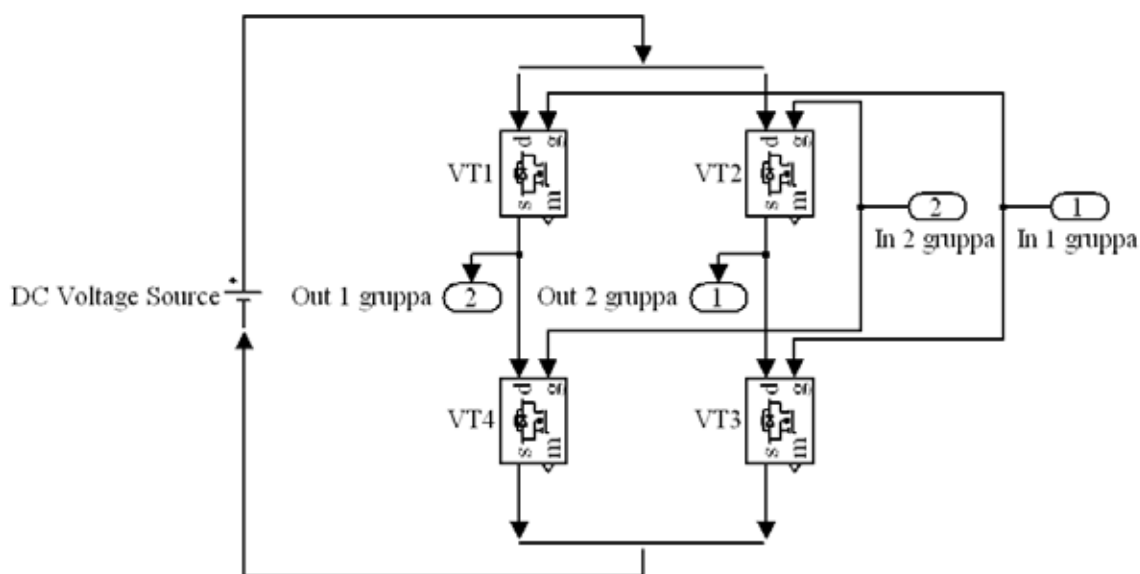


Рис. 7. Схема инвертора

Наглядно работу релейного регулятора тока видно на диаграммах токов и состояний выходов триггера (рисунок 6).

Структура инвертора (блок Invertor на рисунке 3) представлена на рисунке 7. Она включает управляемые силовые ключи (VT1 – VT4), включенные по мостовой

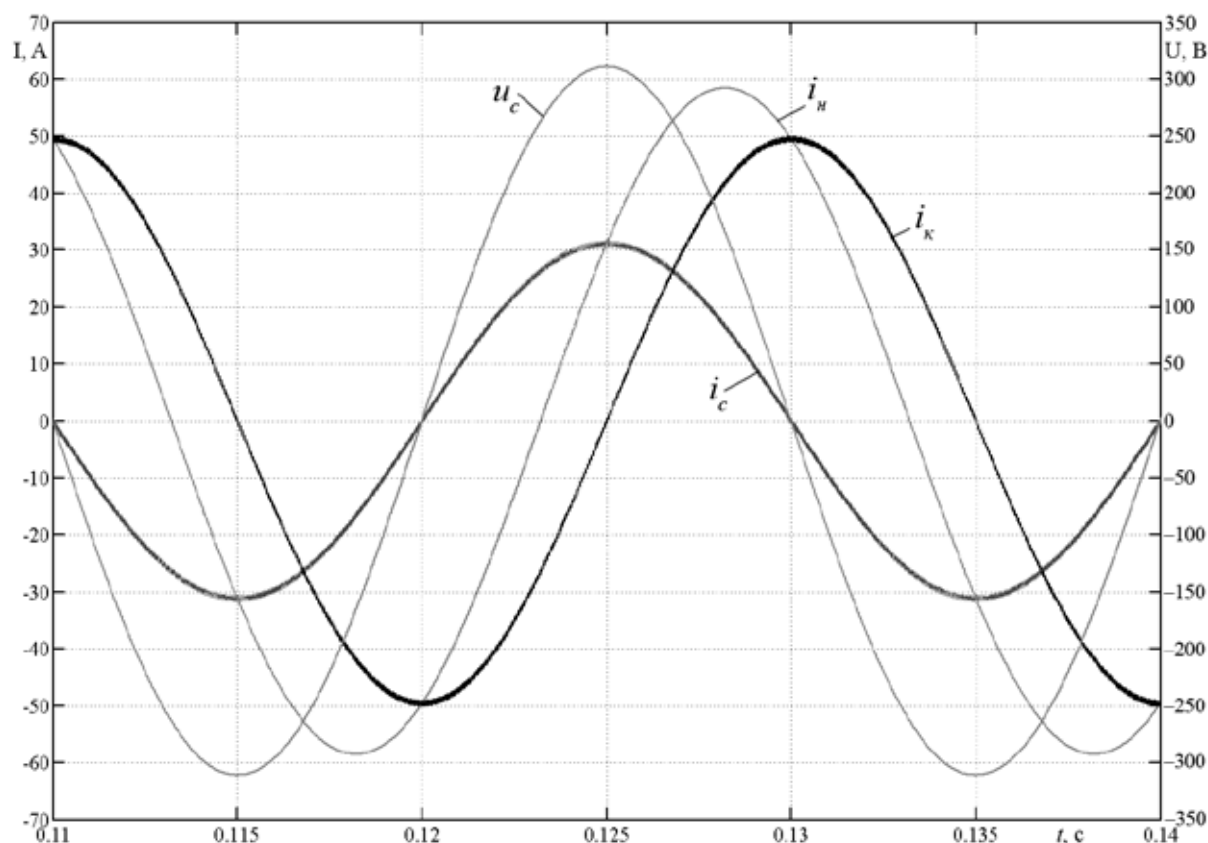


Рис. 8. Диаграмме напряжения сети, токов сети, нагрузки и компенсации

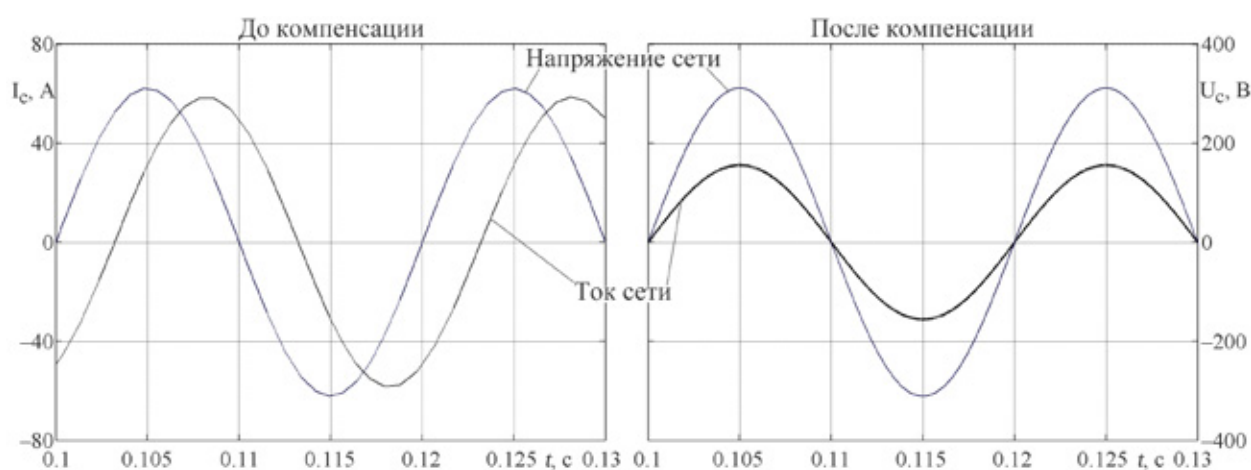


Рис. 9. Сравнение напряжения и тока сети до компенсации и после

схеме, и источник питания инвертора, выполненный постоянным источником ЭДС (DC Voltage Source).

Проведем анализ результатов моделирования по диаграмме, полученных напряжения сети, токов сети, нагрузки и компенсации (рисунок 8).

На диаграмме можно графически увидеть разницу тока нагрузки и сетевого тока в виде тока компенсации. Это говорит о выполнении формулы (4). Приведенные кривые тока и напряжения сети показывают, что они сфазиро-

ваны и нагрузка потребляет из сети только активную составляющую мощности.

На рисунке 9 представлены диаграммы токов и напряжения сети, иллюстрирующие результат работы компенсирующего устройства.

На левом графике можно видеть сдвиг по фазе между напряжением и током сети, а на правом благодаря работе компенсатора они становятся сфазированными. Также можно наблюдать, что за счет отсутствия в токе сети реак-

тивной составляющей мощности протекающей в нагрузке, уменьшается и амплитуда сетевого тока, а следовательно и потребляемая полная мощность.

Отметим, что возможен режим работы инвертора, генерирующий частично или полностью активный ток нагрузки, а также режим, в котором энергия от источника ЭДС поступает в сеть. Такие режимы возможны при замене постоянного источника ЭДС альтернативным источником энергии и модификацией системы управления инвертором. Подобная альтернатива является одной из

основных задач для дальнейшего исследования системы с параллельным компенсатором.

Полученные результаты позволили сформировать список проблем и действий для их решения:

- 1) Наличие высших гармоник в компенсационном токе и вызываемых ими высших гармоник в сетевом токе.
- 2) Определение условий работы инвертора в режиме генерации энергии от источника ЭДС в нагрузку и сеть.
- 3) Исследование работы системы совместно с альтернативным источником энергии.

Литература:

1. <http://www.matic.ru/doc/brochure/parts/teor.pdf>

Трансформаторы тока и схемы их соединений

Орашай Элдар Жанибекулы, магистрант

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана (г. Уральск, Казахстан)

1 Краткая характеристика трансформатора тока

Трансформатор — это трансформатор, первичная обмотка которого подключена к источнику тока. Принцип работы трансформатора тока основывается на физическом принципе действия электромагнитного поля. Уменьшение или увеличение тока на выходе трансформатора, подключенного к источнику тока, происходит в зависимости от соотношения между обмотками. По назначению трансформаторы тока делятся на измерительные и трансформаторы тока для защиты. Данные функции зачастую совмещаются в одном устройстве. Трансформаторы тока для измерений устанавливаются в цепях, где протекает большой ток, и подключить напрямую измерительные приборы не представляется возможным. Данный вид трансформаторов тока служит для передачи информации измерительным устройствам. К вторичной обмотке измерительного трансформатора тока подключаются амперметры, а также токовые обмотки счетчиков и ваттметров. Также трансформатор тока обеспечивает изолирование измерительных приборов и устройств от цепи высокого напряжения с целью их безопасного использования. Кроме того, немаловажной задачей трансформатора тока является контроль электросети по току. Например, трансформатор, подключенный к силовому реле, осуществляет непрерывный мониторинг состояния заземления и сети, осуществляет отключение и защиту подключенных к сети приборов и оборудования при аварийном значении тока. Ток, который протекает через вторичную обмотку, прямо пропорционален току, который протекает в первичной обмотке. В итоге прямое измерение тока во вторичной обмотке дает возможность косвенно рассчитать ток в первичной обмотке, то есть большой ток цепи. Такие устройства как за-

щитные трансформаторы тока применяются для передачи информации об измерениях в устройства управления и защиты. Соответственно, защитные трансформаторы тока обеспечивают возможность преобразования переменного тока с любым значением в переменный ток, подходящий для питания систем автоматической защиты или реле защиты, а также для изолирования цепей и приборов, к которым имеется доступ, от высокого напряжения [1].

Устройство для подключения измерительных схем к измерительному выводу ввода или трансформатор тока должно удовлетворять следующим техническим требованиям:

1. Подключение измерительной схемы должно производиться без разрыва тока в цепи заземления измерительного вывода ввода (аналогично включению релейных измерительных схем с использованием испытательного блока типа БИ);
2. Должна быть исключена возможность отключения измерительной;
3. Схемы без предварительного заземления измерительного вывода ввода или ТТ также без разрыва тока в цепи заземления измерительного вывода;
4. Устройство не должно вносить погрешностей в измерительную схему;
5. Устройство должно сохранять работоспособность и высокий уровень изоляции в течение всего срока эксплуатации ввода или ТТ;
6. Устройство должно позволять производить прямые измерения стандартах изоляционных характеристик, принятых в «Нормах испытаний электрооборудования» [2], а также любых других измерений, для выполнения которых необходимо подключение схемы измерения к измерительному выводу.

Трансформатор тока — важный элемент релейной защиты. Он питает цепи защиты током сети и выполняет роль датчика, через который поступает информация к измерительным органам устройств релейной защиты.

2 Типовые схемы соединений трансформаторов тока

2.1 Соединение трансформаторов тока и обмоток реле в полную звезду

Схема соединения представлена на рис. 2.1.1, векторные диаграммы иллюстрирующие работу схемы на рис. 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4.

В нормальном режиме (если он симметричный) $\mathbf{I}_N = \mathbf{I}_a + \mathbf{I}_b + \mathbf{I}_c = \mathbf{0}$ (практически из-за погрешностей трансформаторов тока проходит небольшой ток — ток небаланса).

Схема применяется для включения защиты от всех видов однофазных и междуфазных коротких замыканий.

Для каждой схемы соединений можно определить отношение тока в реле I_p к току в фазе I_ϕ , это отношение

называется *коэффициентом схемы* $k_{cx} = \frac{I_p}{I_\phi}$, для данной схемы $k_{cx} = 1$.

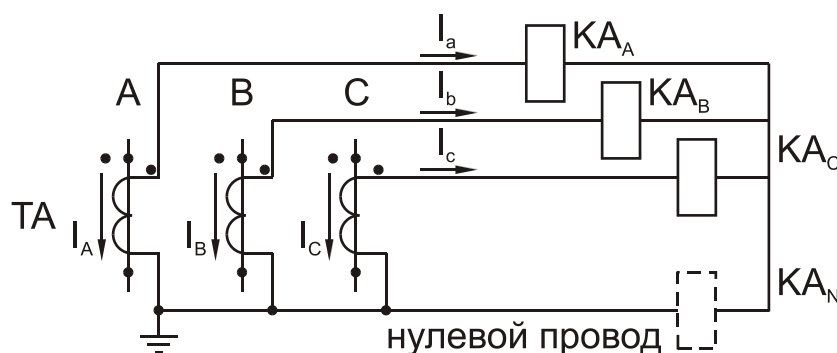


Рис. 2.1.1 Схема соединения

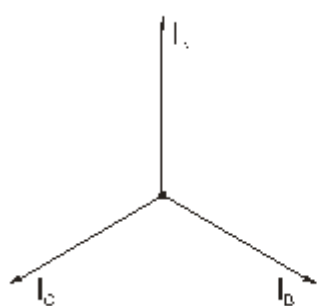


Рис. 2.1.2 Трехфазное короткое замыкание

$$\mathbf{I}_N = \frac{1}{3}(\mathbf{I}_A + \mathbf{I}_B + \mathbf{I}_C) = 0$$

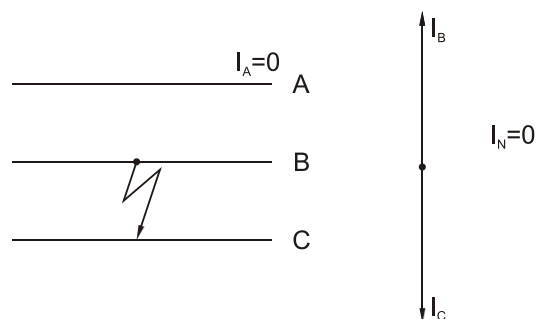


Рис. 2.1.3 Двухфазное короткое замыкание

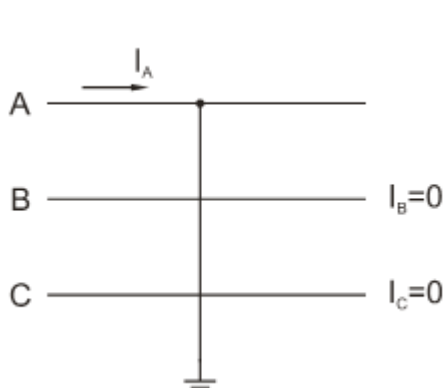


Рис. 2.1.4 Однофазное короткое замыкание

$$\mathbf{I}_N = \frac{1}{3}\mathbf{I}_A \neq 0$$

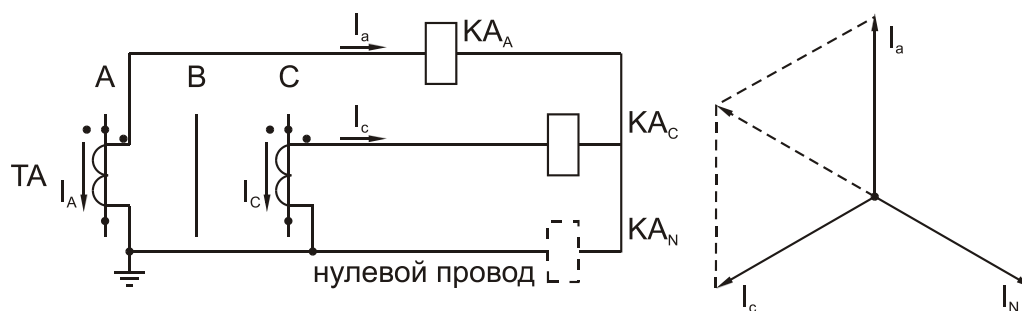


Рис. 2.2.5 Схема соединения

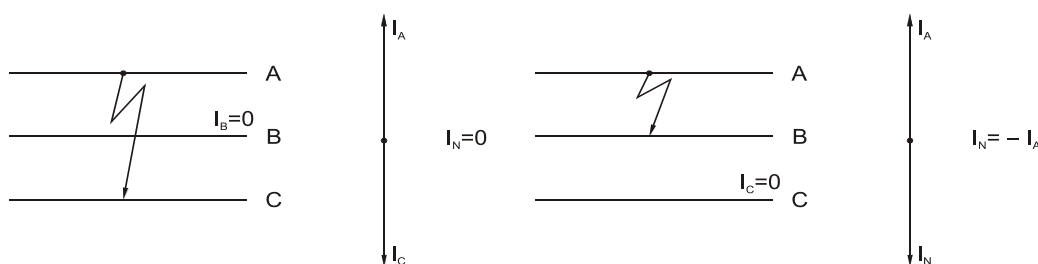


Рис. 2.2.6 Двухфазное короткое замыкание: токи проходят в одном или двух реле в зависимости от того, какие фазы повреждены

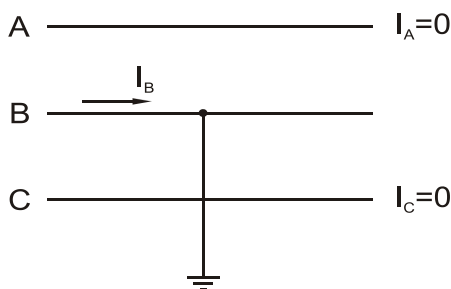


Рис. 2.2.7 Однофазное короткое замыкание фазы В: токи в схеме защиты не появляются

2.2 Соединение трансформаторов тока и обмоток реле в неполную звезду

Схема соединения представлена на рис. 2.2.5, векторные диаграммы иллюстрирующие работу схемы на рис. 2.2.6, 2.2.7.

Трехфазное короткое замыкание: токи проходят по обоим реле и в обратном проводе:

$$\mathbf{I}_N = -(\mathbf{I}_a + \mathbf{I}_c),$$

$$\mathbf{I}_N = \mathbf{I}_b.$$

Схема неполной звезды реагирует не на все случаи однофазного короткого замыкания и применяется только для защиты от междуфазных короткое замыкание в сетях с изолированными нулевыми точками:

$$k_{cx}=1.$$

2.3 Соединение трансформаторов тока в треугольник, а обмоток реле в звезду

При трехфазном короткое замыкание при симметричной нагрузке в реле проходит линейный ток в $\sqrt{3}$ раз больше тока фазы и сдвинутый относительно него по фазе на 30° .

Особенности схемы [3]:

1) токи в реле проходят при всех видах короткого замыкания, защиты построенные по такой схеме реагируют на все виды короткого замыкания;

2) отношение тока в реле к фазному току зависит от вида короткого замыкания;

3) токи нулевой последовательности не выходят за пределы треугольника трансформаторов тока, не имея пути для замыкания через обмотки реле.

Схема применяется в основном для дифференциальных защит трансформаторов и дистанционных защит.

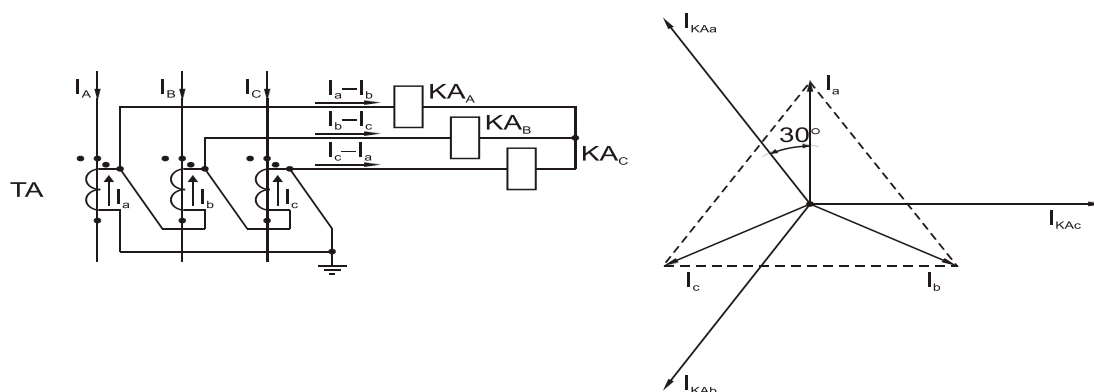


Рис. 2.3.8 Схема соединения

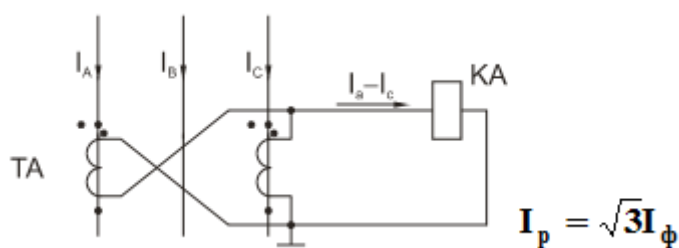


Рис. 2.4.9 Трехфазное короткое замыкание

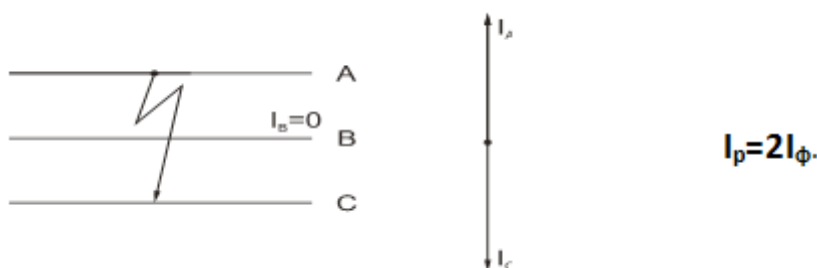


Рис. 2.4.10 Двухфазное короткое замыкание AC

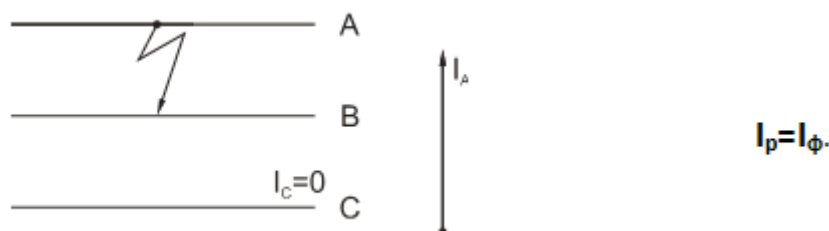


Рис. 2.4.11 Двухфазное короткое замыкание AB или BC

Коэффициент схемы: $k_{cx}^3 = \frac{I_p}{I_\phi} = \frac{\sqrt{3}I_\phi}{I_\phi} = \sqrt{3}$.

2.4 Включение реле на разность токов двухфаз (схема восьмерки)

Схема соединения представлена на рис. 2.4.9, векторные диаграммы иллюстрирующие работу схемы на рис. 2.4.10, 2.4.11.

Ток в реле, следовательно, и чувствительность при различных видах короткое замыкание будут различными.

Однофазное короткое замыкание фазы В: ток в реле равен нулю.

Схема применяется для защиты от междуфазных КЗ, когда она обеспечивает необходимую чувствительность когда не требуется её действие за трансформатором с соединением обмоток Y/D – 11 группа.

Коэффициент схемы $k_{cx} = \sqrt{3}$.

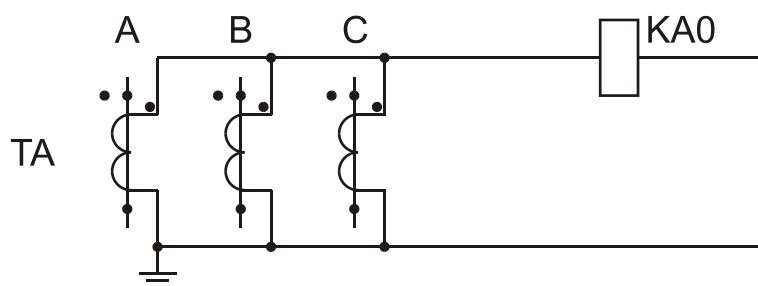


Рис. 2.5.12 Схема соединения

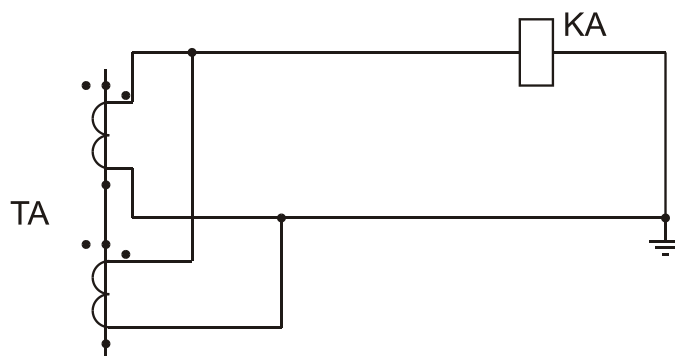


Рис. 2.6.13 Схема соединения

2.5 Соединение трансформаторов тока в фильтр токов нулевой последовательности

Ток в реле появляется только при одно и двухфазных коротких замыканиях на землю $I_N = \dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c$.

Схема применяется в защитах от замыканий на землю. При нагрузках трехфазных и двухфазных коротких замыканий $I_N = 0$.

Однако из-за погрешности трансформаторов тока

в реле появляется ток небаланса $I_{нб}$.

2.6 Параллельное соединение трансформаторов тока

$$n_{\text{т.схемы}} = \frac{n_{\text{т}}}{2}$$

Схема используется для получения нестандартных коэффициентов трансформации.

Литература:

1. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоатомиздат. 1985. 296 с.
2. РД 34.45–51.300–97. Объем и нормы испытаний электрооборудования. Изд.шестое. — М.:ЭНАС. 1998.
3. Проектирование электрической части станций и подстанций: Учеб. пособие для вузов/ Ю.Б. Гук, В.В. Кантан, С.С. Петрова. Л.: Энергоатомиздат. 1985. — 312 с., ил.
4. Околович М.Н. Проектирование электрических станций: Учебник для вузов. — М.: Энергоиздат, 1982. — 400 с.

5. ЭНЕРГЕТИКА

Дополнительные потери мощности в силовых трансформаторах, обусловленные несинусоидальностью напряжений

Васильева Татьяна Николаевна, доктор технических наук, профессор;

Аронов Леонид Вячеславович, ассистент

Рязанский государственный агротехнологический университет

В статье проанализированы дополнительные потери в силовых трансформаторах, обусловленные несинусоидальностью напряжений. Даны формулы для расчета дополнительных потерь мощности. Представлены зависимости потерь от мощности трансформатора при различных значениях несинусоидальности.

Ключевые слова: несинусоидальность, несимметрия, потери, математическая модель.

В последние годы у населения появилось значительное количество различных однофазных бытовых электроприемников с большим числом и мощностью электродвигателей, электронной техники, компьютеров с преобразовательными устройствами, энергосберегающих люминесцентных ламп и т.д. Они приводят к появлению высших гармонических составляющих токов и напряжений. На современных предприятиях, нагрузки, вольтамперные характеристики которых нелинейны, также получили значительное распространение. К таким нагрузкам относятся, например: тиристорные установки, электросварочные аппараты, электродуговые печи, термические установки сушки продукции, газоразрядные лампы, трансформаторы и т.д. Одновременно с этим, широко используются однофазные потребители: кондиционеры, нагревательные устройства, вентиляторы, ионизаторы воздуха и т.п. Такие электроприемники предъявляют высокие требования к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии. В тоже время они сами оказывают существенное влияние на изменение его показателей и значительно ухудшают их, что приводит к дополнительным потерям мощности.

Трансформаторы также как и конденсаторы, являются статическими устройствами, т.е. сопротивление прямой и обратной последовательности равны между собой. Дополнительные потери мощности оценим по формуле, [1]:

$$\Delta P_{\Sigma TP} = \Delta P_{2TP} + \Delta P_{TP40} = 10^{-4} \cdot \frac{\Delta P_{K3}}{u_{K3}^2} \cdot \left(K_{2U}^2 + 0,607 \sum_{n=2}^{40} \left(\frac{1}{n^{1,5}} + 0,05\sqrt{n} \right) K_{Un}^2 \right). \quad (1)$$

где K_{2U} — коэффициент несимметрии,

K_{Un} — коэффициент n -й гармоники.

ΔP_{2TP} — потери короткого замыкания, кВт;

ΔP_{TP40} — потери короткого замыкания, кВт;

ΔP_{K3} — потери короткого замыкания, кВт;

u_{K3} — напряжение короткого замыкания, %.

Рассмотрим влияние гармоник на силовые трансформаторы. Из формулы (1), путем исключения из расчета коэффициента несимметрии получаем, что дополнительные потери мощности, обусловленные несинусоидальностью, определяются по формуле:

$$\Delta P_{TP40} = 0,607 \cdot \frac{\Delta P_{K3}}{u_{K3}^2} \cdot \sum_{n=2}^{40} \left(\frac{1}{n^{1,5}} + 0,05\sqrt{n} \right) K_{Un}^2. \quad (2)$$

а собственные потери мощности, обусловленные конструкцией трансформатора, [2]:

$$\Delta P_{TP} = \Delta P_{K3} \cdot \left(\frac{P_H / \cos \varphi}{S_{Тном}} \right)^2 + \Delta P_{ХХ} \quad (3)$$

где $\Delta P_{\text{ХХ}}$ — потери короткого замык холостого хода, кВт.

$S_{\text{ТНОМ}}$ — номинальная мощность трансформатора, кВт · А.

Для удобства и наглядности представления рассчитаем увеличение потерь трансформатора относительно номинальной мощности $S_{\text{ТНОМ}}$:

$$\Delta P_{\text{ТР}}^* = \frac{\Delta P_{\text{ТР40}}}{S_{\text{ТНОМ}}} \cdot 100\%$$

На рис. 1. показаны графики потерь рассчитанные для трансформаторов 10/0,4 кВ номинальной мощностью $S_{\text{ТНОМ}} = 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630$ кВА. Потери показаны в процентах от номинальной мощности.

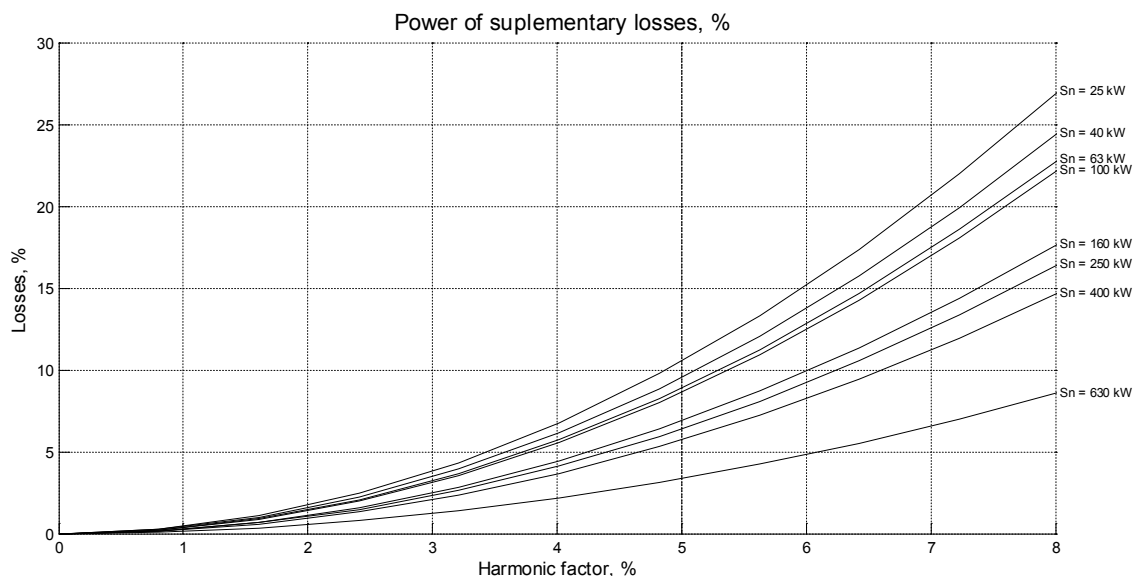


Рис. 1. Дополнительные потери трансформаторов 10/0,4 кВ номинальной мощностью $S_{\text{ТНОМ}} = 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630$ кВА

Согласно ГОСТ 13109–97, нормально допустимое значение искажения кривой напряжения для сетей 6–20 кВ составляет 5 % и предельное 8 %. При этих искажениях получены значения:

Таблица 1

Дополнительные потери трансформаторов 10/0,4 кВ номинальной мощностью $S_{\text{ТНОМ}} = 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630$ кВА при различном уровне коэффициента гармоник

Трансформатор	Дополнительные потери, % от номинальной мощности	
	$K_u = 5\%$	$K_u = 8\%$
ТМ 25–10/0,4	10,43	27,13
ТМ 40–10/0,4	9,44	24,57
ТМ 63–10/0,4	8,81	22,93
ТМ 100–10/0,4	8,57	22,3
ТМ 160–10/0,4	6,82	17,76
ТМ 250–10/0,4	6,34	16,51
ТМ 400–10/0,4	5,67	14,74
ТМ 630–10/0,4	3,32	8,86

Собственные потери трансформаторов из табл. 1., при номинальной нагрузке и $\cos\varphi = 0,95$ составляют около 5 % от номинальной мощности. Из этого следует, что потери, обусловленные несинусоидальностью, существенны и могут значительно превышать собственные потери трансформатора. Например для трансформатора марки ТМ 25–10/0,4 дополнительные потери превышают собственные в 2 раза при $K_u = 5\%$ и почти в 6 раз при $K_u = 8\%$. Для трансформаторов большей мощности эти потери уменьшаются. Из рисунков 2, 3 видно что по мере увеличения номинальной мощности трансформаторов, увеличивается мощность дополнительных потерь, однако в процентном отношении к номинальной мощности дополнительные потери уменьшаются.

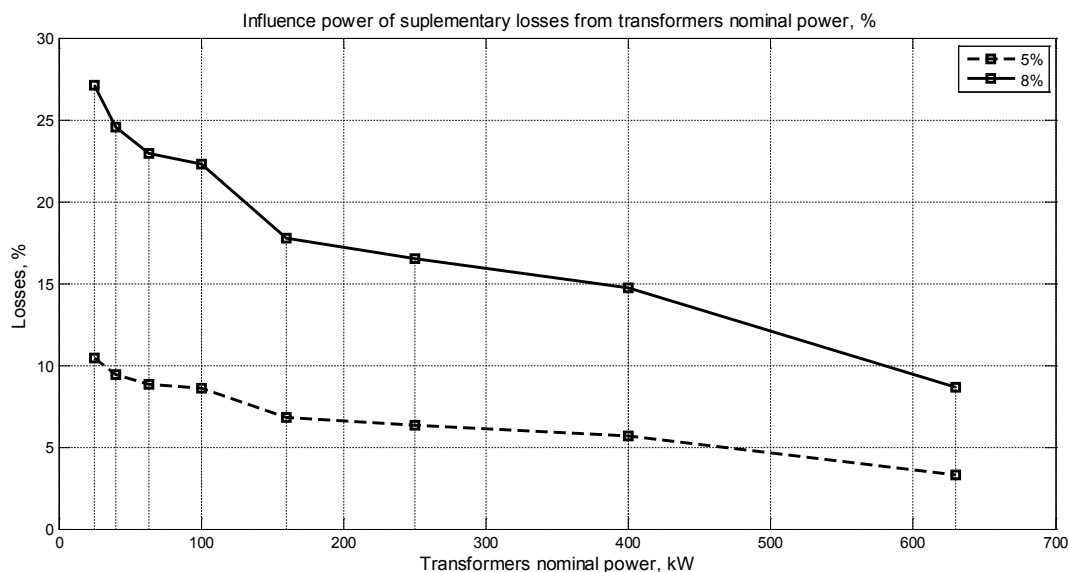


Рис. 2. Зависимость дополнительных потерь от мощности трансформатора, в процентах от номинальной

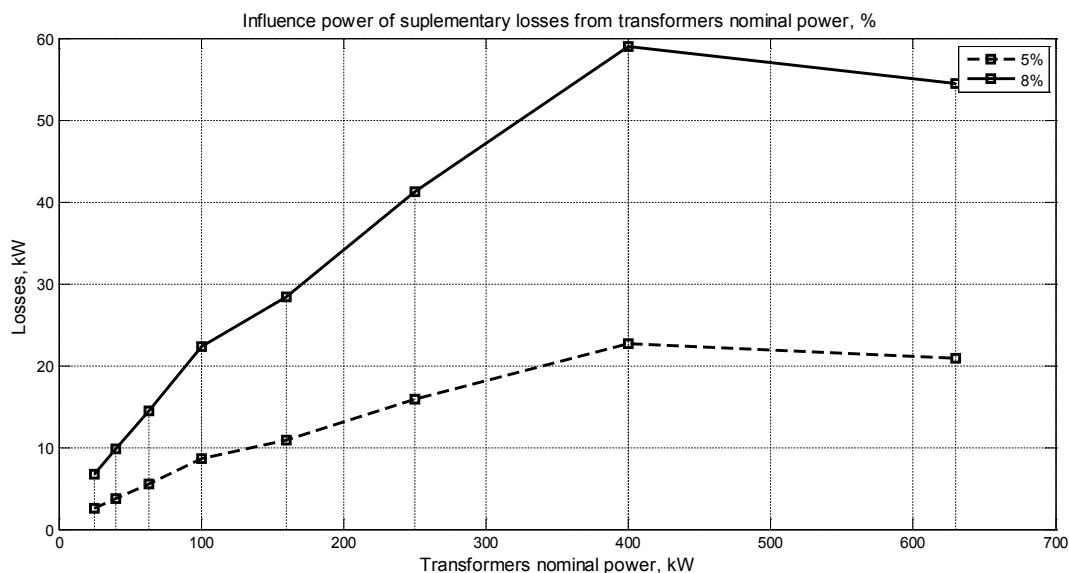


Рис. 3. Зависимость дополнительных потерь от мощности трансформатора, в абсолютном исчислении, кВт

При увеличении коэффициента искажения синусоидальности с 5 до 8 %, дополнительные потери мощности в трансформаторе 10/0,4 кВ, потери возрастают в 2,6 раза, эта величина не зависит от мощности трансформатора.

Литература:

1. Шидловский А.К., Кузнецов В.Г. Повышение качества энергии в электрических сетях [Текст] / А.К. Шидловский, В.Г. Кузнецов. — Киев, Наукова думка, 1985. — 268 с.
2. Ежков В.В. Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях: Учеб. Пособие для электроэнерг. спец. [Текст] / В.В. Ежков, Г.К. Зарудский, Э.Н. Зуев и др.; под ред. В.А. Строева. М.: — Высш. шк., 199—352 с.
3. Кузнецов В.Г. Электромагнитная совместимость. Несимметрия и несинусоидальность напряжения [Текст] / В.Г. Кузнецов, Э.Г. Куренный, А.П. Лютый. — Донецк, Донбасс, 2005—248 с.
4. ГОСТ 13109—97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. [Текст] — М.: Стандартинформ — 2006—31 с.
5. Папаика Ю.А. Определение уровня дополнительных потерь в электрооборудовании промышленных предприятий при несимметрии и несинусоидальности напряжения [Текст] / Ю.А. Папаика // Гірничя електромеханіка та автоматика Збірник наукових праць. — 2005. — № 75

6. МЕТАЛЛУРГИЯ

Мероприятия по сокращению простоя вагонов на пути выгрузки угля

Гришкова Диана Юрьевна, кандидат технических наук, доцент
Сибирский государственный университет путей сообщения (г. Новосибирск)

На сегодняшний день в условиях рыночных отношений и экономических кризисов для деятельности любого предприятия является очень важным не только сохранить свои существующие позиции на определенной нише рынка, но и стать более конкурентоспособными в сфере своей деятельности. Современные требования клиентов на товары и услуги находятся в области повышения качества и стоимостных показателей за товар или услугу. Следовательно, для того, чтобы обеспечить современные требования заказчика необходимо пересмотреть некоторые концепции организации бизнеса. Одной из современных концепций является бережливое производство (lean production) — концепция менеджмента, основанная на постоянном стремлении уменьшить время производственного цикла путем ликвидации потерь. Данная система направлена на обеспечение максимальной эффективности производства при минимальных затратах.

Хотя концепция бережливого производства пришла из производства материального и поточного, а услуги железнодорожного транспорта носят в значительной степени невещественный характер, тем не менее, она позволяет переориентировать свои методы и принципы и под такой специфичный вид продукции.

В целях реализации направлений Функциональной стратегии управления качеством в ОАО «РЖД» в первом квартале 2010 года началась работа по снижению эксплуатационных затрат путем внедрения принципов бережливого производства на опытных полигонах железных дорог с последующим тиражированием опыта на всю сеть. Были утверждены и приняты к действию основные документы, определяющие реализацию проекта по внедрению бережливого производства: Концепция применения технологий бережливого производства в ОАО «РЖД», Программа поэтапного внедрения бережливого производства в ОАО «РЖД», Регламент управления Программой поэтапного внедрения бережливого производства в ОАО «РЖД», показатели эффективности внедрения бережливого производства на пилотных подразделениях.

На сегодняшний день все большее количество подразделений разрабатывают и реализуют проекты по внедрению бережливого производства.

В соответствии с принципами бережливого производства всю деятельность предприятия можно классифици-

ровать так: операции и процессы, добавляющие ценность для потребителя и операции и процессы, не добавляющие ценности для потребителя.

Целью бережливого производства является устранение потерь (потеря это любая деятельность, которая потребляет ресурсы, но не создает ценности).

Тема внедрения основ бережливого производства актуальна как никогда. Россия вступает в ВТО и подходы к производству должны измениться в корне.

К одной из потерь времени и ресурсов, которые выделяет бережливое производство, относится ожидание. Ожидание возникает там и тогда, где производственный процесс построен неритмично, имеет место быть большая загрузка одного производственного участка относительно другого.

Одним из важных показателей на железнодорожном транспорте является оборот вагона. Оборот вагона — среднее время от момента окончания погрузки или приёма вагона в гружёном состоянии до момента следующей погрузки или сдачи вагона. Оборот вагона включает: время нахождения вагона на станции после его погрузки; время пробега вагона в поездах от станции погрузки до станции выгрузки; время на переработку вагона на попутных сортировочных и участковых станциях; время нахождения вагона на станции выгрузки; время пробега вагона в порожнем состоянии до станции новой погрузки (если погрузка вагона производится не на той станции, где он выгружен); время на погрузку.

Оборот вагона — общий комплексный качественный показатель работы железнодорожного транспорта, отражающий результаты технической, экономической и организаторской деятельности всех звеньев железной дороги, характеризует как степень использования вагона, так и сложность работы, дисциплинированность и организованность железнодорожников. Оборот вагона определяет потребность в вагонах рабочего парка для выполнения перевозок. Чем быстрее оборачивается вагон, тем меньше оборот вагона и, следовательно, тем с меньшим вагонным парком можно выполнить заданные размеры перевозок. Соответственно при этом увеличивается и количество грузов, которое можно перевезти имеющимся в наличии вагонным парком.

Проблема эффективного управления вагонным парком

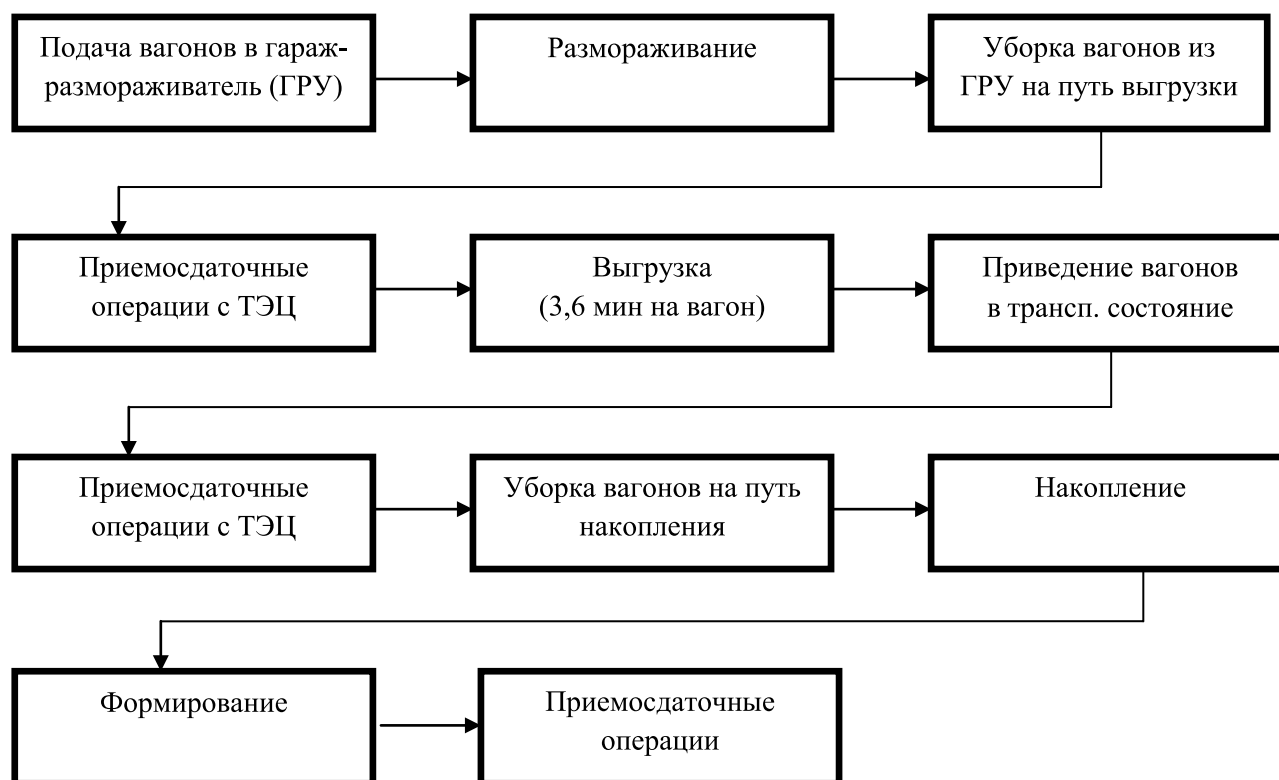


Рис. 1. Карта потока создания ценности текущего состояния при выгрузке угля

на сети ОАО «РЖД», всегда требовавшая особого внимания, становится все более актуальной в связи с организацией частного парка вагонов, а также проблемами увеличения времени оборота вагонов по вине грузовладельцев. В условиях роста потребностей в перевозках это приводит к дефициту погрузочных ресурсов, а несогласованность действий перевозчика и грузовладельца, оператора и перевозчика ведет к повышенной загрузке путей общего и необщего пользования.

Следовательно, проблема увеличения времени оборота вагонов и их нехватки является актуальной, как для работников железнодорожного транспорта, так как они получают доход непосредственно от перевозки, так и для грузовладельцев, так как применяются штрафные санкции за несоблюдение нормативов простоя вагонов на железнодорожный путей необщего пользования, а также для операторов подвижного состава, так как, чем больше будет оборот вагона, тем меньше прибыли, в конечном итоге, они получат.

В целях повышения эффективности использования подвижного состава и удовлетворения потребностей грузоотправителей необходимо сокращать потери времени в обороте вагона.

В настоящее время на железнодорожном транспорте ежегодно перевозится в полувагонах до 2 млрд. т навалочных грузов, из которых 20% выгружается на вагоноопрокидывателях. Рассмотрим предложение по сокращению оборота вагона на станции выгрузки за счет снижения времени нахождения вагонов под выгрузкой.

В качестве примера произведем анализ выполнения операций на путях ТЭЦ, предназначенных для выгрузки угля. ТЭЦ является предприятием городского значения и предназначена для обслуживания населения коммунальными услугами. На ТЭЦ для выгрузки угля имеются вагоноопрокидыватели. Ежесуточное потребление ТЭЦ составляет 43 вагона в сутки. Уголь, после выгрузки из вагоноопрокидывателя, попадает на решетку приемного бункера, через решетку уголь попадает в приемный бункер.

В зимний период времени значительная часть выгруженного угля на вагоноопрокидывателях остается на решетке приемного бункера и не попадает в сам приемный бункер из-за смерзания отдельных частиц груза, в результате чего груз остается на решетке и для его просыпания необходимо механическое дробление.

Для анализа последовательности операций и времени их выполнения воспользуемся одним из инструментов бережливого производства — построение карты потока создания ценности для потребителя (рисунок 1).

Анализируя карту потока создания ценности текущего состояния, можно отметить, что время на выгрузку одного вагона составляет 3,6 мин, это обусловлено временем ожидания механического дробления груза на решетке вагоноопрокидывателя, так как оно производится вручную. Для того, чтобы сократить время на дробление смерзшегося груза, рассмотрим возможность приобретения и установки на место выгрузки дробильно-фрезерной машины (ДФМ). ДФМ (рисунок 2) АДР-6290Т предназна-

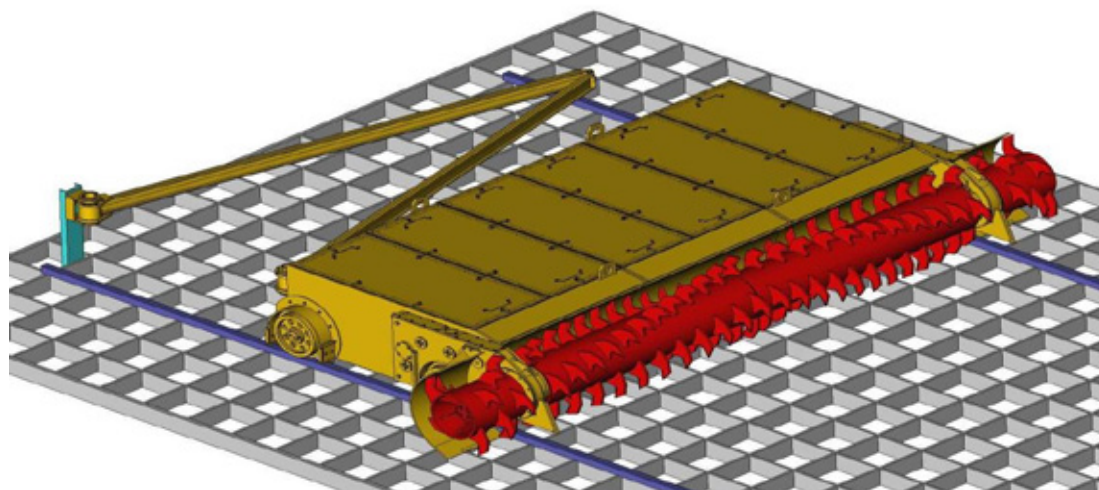


Рис. 2. Дробильно-фрезерная машина АДР-6290Т

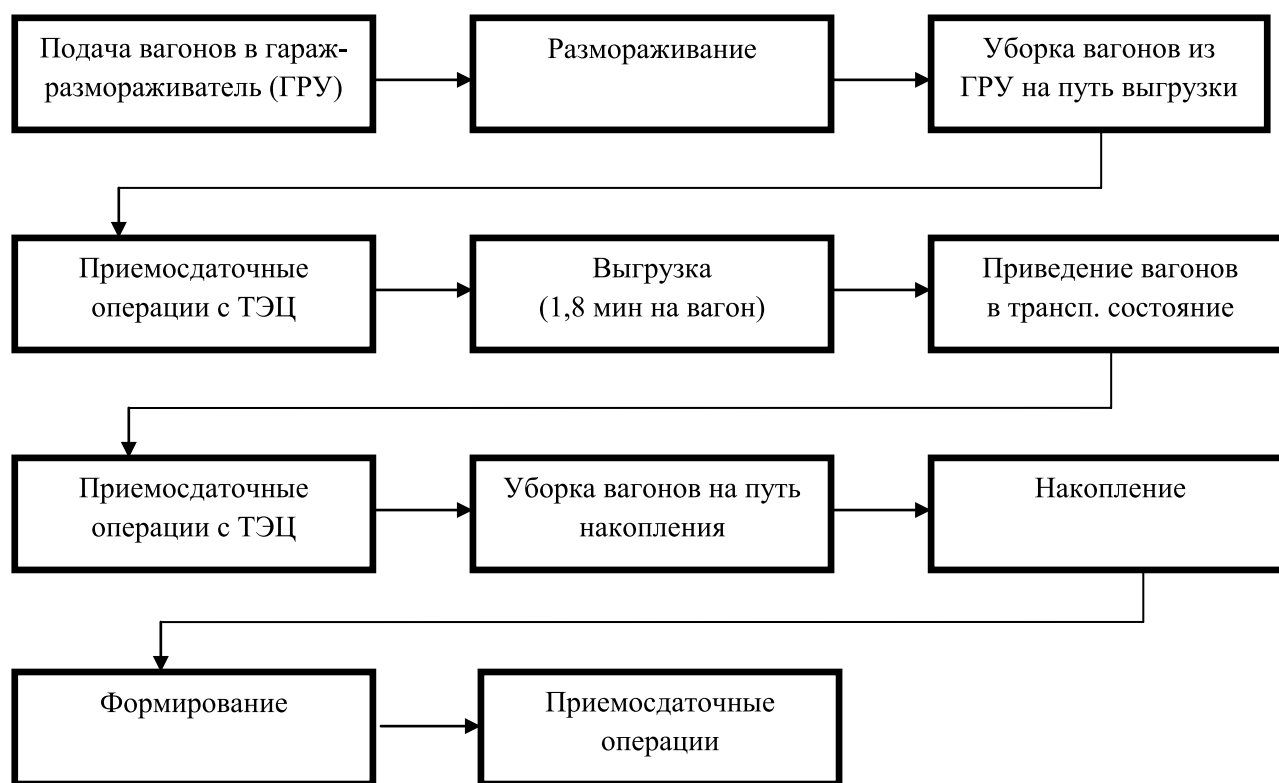


Рис. 3. Карта потока создания ценности будущего состояния при выгрузке угля

чена для дробления угля, не просыпавшегося через решетку, на более мелкие фракции.

Проанализируем последовательность выполнения операций с использованием ДФМ, для этого построим карту потока создания ценностей будущего состояния (рисунок 3).

Внедрение ДФМ позволит сократить простои вагонов под грузовыми операциями в зимний период в 2 раза.

Выполним экономические расчеты предлагаемого мероприятия по сокращению простоя вагонов на предмет эффективности. Эффективным считается тот проект, в

случае принятия которого происходит возврат начальной суммы капиталовложений и обеспечивается требуемая отдача на вложенный капитал. Метод оценки эффективности инвестиционного проекта на основе чистой приведенной стоимости позволяет принять управленческое решение, о целесообразности реализации проекта исходя из сравнения суммы будущих дисконтированных доходов с издержками, необходимыми для реализации проекта (капитальными вложениями).

Расчеты по оценке инвестиционного проекта сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Оценка эффективности внедрения ДФМ

Показатель	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Кап. вложения (руб)	1100000	-	-	-	-	-	-	-
Коэффициент дисконтирования	1	0,893	0,797	0,711	0,635	0,568	0,507	0,452
Текущие расходы (руб/год)	112200	112200	112200	112200	112200	112200	112200	112200
Доходы (руб/год)	265720,4	265720,4	265720,4	265720,4	265720,4	265720,4	265720,4	265720,4
Прибыль (руб/год)	-946479,6	-792959,2	-639438,8	-485918,4	-332398	-178877,6	-25357,1	128163,2
Прибыль с учетом коэффициента дисконтирования (руб/год)	-946479,6	-708112,4	-509632,7	-345487,9	-211072,7	-101602,5	-12856,1	57929,7

Точка окупаемости приходится на середину 2018 года. Таким образом, срок окупаемости проекта составил 7,5 лет. Таким образом, следуя одному из главных принципов

бережливого производства, можно сократить время на вспомогательные операции в процессе выгрузки, а, следовательно, и уменьшить оборот вагона.

Литература:

1. Вэйдер М. Инструменты бережливого производства /М. Вэйдер. — М., 2011. — 125 с.
2. Журавлев Н.П., Маликов О.Б. Транспортно-грузовые системы. Учебник / Н.П. Журавлев, О.Б. Маликов. — М., 2006. — 368 с.
3. Семенов В.М. Организация перевозок грузов: учебник. / В.М. Семенов, В.А. Болотин, В.Н. Кустов и др. — М.: Академия, 2008. — 304 с.
4. РДЖ — партнер: деловой журнал. 2010—1012 гг.

Исследование механизма наводороживания металла нефтепроводов

Муравьев Константин Александрович, кандидат технических наук, доцент
Филиал Тюменского государственного нефтегазового университета в г. Сургуте

Актуальность темы. Металлоконструкции в нефтяной и газовой промышленности эксплуатируются в сложных условиях механического нагружения и воздействия коррозионных сред, что приводит к частым отказам и возможности создания аварийных ситуаций, особенно в присутствии сероводородсодержащих смесей. Основными причинами потери работоспособности стальных трубопроводных систем в присутствии сероводорода является питтинговая коррозия водородом, индуцированное растрескивание (ВИР) и сероводородное коррозионное разрушение под напряжением. Поэтому вопросы, связанные с изучением наводороживания металла и последующего коррозионного повреждения имеют важное научно-практическое значение и весьма актуальны для нефтегазовой отрасли.

Анализ литературы и формулирование проблематики. Как показывает анализ отечественной и зарубежной литературы [1–9], посвященной строительству и эксплуатации промысловых трубопроводов и инженерного нефтяного оборудования, в реальных конструк-

циях появление трещин, приводящих в конечном итоге к их разрушениям, связано с присутствием в транспортируемом продукте сероводорода. Поэтому водонефтегазовая эмульсия характеризуется высокими коррозионно-агрессивными свойствами, вызывающими, кроме локальной (например, питтинговая или канавочной) коррозии, специфические виды сероводородной коррозии — ВИР и водородом вызванное расслоение металла стенки труб (блистеринг).

До сих пор существует много теорий и гипотез о природе и механизме протекания этих видов разрушений, однако, несмотря на усилия многих научных центров, у исследователей не существует строго доказанных теорий ВИР и блистеринга. Известно, что одним из главных факторов их проявления является водород, который поступает в металл в результате реакций с внешней и технологической средой во время эксплуатации стальных металлоконструкций, вызывающий охрупчивание, поверхностное разрыхление и коррозионное растрескивание. В настоящее время сформулировано ряд гипотез

механизма водородного охрупчивания металла, однако ни одна из них полностью не освещает все стороны процесса и не раскрывает его сущности.

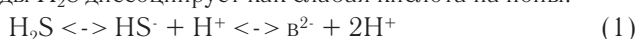
Известно, что водородная деградация металлоконструкций — это следствие вредного влияния водорода на их механические характеристики. Она непосредственно приводит к существенному снижению эксплуатационных свойств конструкций, повышению риска аварий из-за непредвиденной потери работоспособности, сокращению рабочего ресурса. Разрушения в результате водородного охрупчивания и коррозионного водородного растрескивания происходят, как правило, внезапно и влекут за собой тяжелые последствия — сбой технологического оборудования, потери продукта, необходимость внеочередного ремонта, возникновение аварийных ситуаций, загрязнение окружающей среды и др.

Поэтому основной проблематикой в данной работе является изучение механизма наводороживания металла конструкций, контактирующих с водонефтегазовой средой в условиях месторождений, с целью выявления природы этого сложного явления.

Целью работы являлось теоретическое и экспериментальное исследование механизма наводороживания металла трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащую среду.

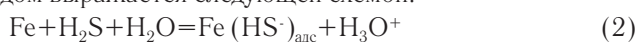
Результаты исследований и их обсуждение.

Коррозионно-водородно-механическое повреждение трубопроводов и оборудования в сероводородсодержащих средах происходит вследствие электрохимической коррозии и наводороживания. При растворении в пленке воды H_2S диссоциирует как слабая кислота на ионы:



В зависимости от pH смеси равновесие реакции (1) сдвигается влево или вправо. В нейтральной или щелочной среде количество ионов HS^- наибольшее (рис. 1), в щелочном ($pH > 10$) находятся ионы S^{2-} а при понижении pH от 7 до 4 количество ионов H^+ уменьшается. При $pH < 4$ реакция (1) сдвигается влево, т.е. существует в смеси преимущественно сероводород. Следовательно, в пластовых водах с низким pH с металлом преимущественно взаимодействует молекулярный сероводород, а с высоким pH — ионы HS^- и S^{2-} .

Из литературы и практики хорошо известно, что H_2S существенно ускоряет коррозию и наводороживание железа и сталей. Существуют две точки зрения на механизм такого влияния H_2S , а именно — образование поверхностных катализаторов и пленок с низкой защитной способностью. Согласно первой гипотезе, представление о влиянии H_2S на электродные реакции основывается на допущении образования промежуточных соединений, которые играют роль поверхностных катализаторов. Так, усиление анодной реакции ионизации железа сероводородом выражается следующей схемой:



Данный комплекс разлагается и сероводород регенерируется. Во время образования хемосорбированного катализатора $Fe(HS^-)_{адс}$ на поверхности металла прочная связь атомов Fe и S приводит к ослаблению связи между атомами металла, что облегчает их ионизацию. Этому благоприятствует также понижение приэлектродной концентрации ионов Fe^{2+} вследствие взаимодействия с сульфидами по реакции:



При этом происходит сдвиг электродного потенциала Fe в отрицательную сторону, что вызывает повышение скорости



Последняя стадия, наиболее медленная, является лимитирующей в общей скорости катодного процесса. H_2S непосредственно в катодной реакции не принимает участия, но является катализатором, который интенсифицирует разряд ионов водорода. Считается, что восстановленные атомы водорода частично рекомбинируют, а частично диффундируют в металл.

Рассмотренная гипотеза поверхностных катализаторов не в состоянии объяснить повышенное влияние концентрации H_2S на анодные процессы растворения Fe и сталей, поскольку по реакциям (2) и (3) достаточно катализатора $Fe(HS^-)_{адс}$, а образования продуктов коррозии и расхода на это H_2S не предусматривается. Кроме того, для увеличения наводороживания сталей достаточно адсорбции ионов HS^- (см. реакции (6) и (7)), количество которых максимально при pH 9–11 (см. рис. 1). Однако наводороживание сталей особенно проявляется при $pH < 4$, когда растворенный в водном растворе H_2S находится преимущественно в молекулярном состоянии. По мнению О.И. Радкевича и В.И. Похмурского [1, 2], гипотеза поверхностных сульфидных катализаторов предусматривает адсорбцию ионов HS^- или молекул H_2S с последующей диссоциацией на ювенильной поверхности металла.

Как полагают И.К. Походня и В.И. Швачко [3], водород, освободившийся при диссоциации адсорбированных анионов, хемосорбируется на локально-активных местах железа с образованием слоя отрицательных ионов H^- . Такая локализация отрицательного заряда на поверхности, к тому же в месте зарождения коррозионной микротрещины (впоследствии превращающейся в коррозионные язвы), приводит к облегчению разрыва максимально напряженных межатомных связей. Поэтому данную гипотезу можно использовать для объяснения результатов при сравнительно кратковременных испытаниях металла, когда пленка продуктов коррозии на поверхности отсутствует. Исходя из этого, применять ее для объяснения процессов коррозионных разрушений нефтегазового оборудования, эксплуатируемого свыше 5–10 лет, можно лишь весьма ограничено, так как поверхности корродируемых конструкций преимущественно покрыты толстым слоем продуктов коррозии. Так, из работы [4]

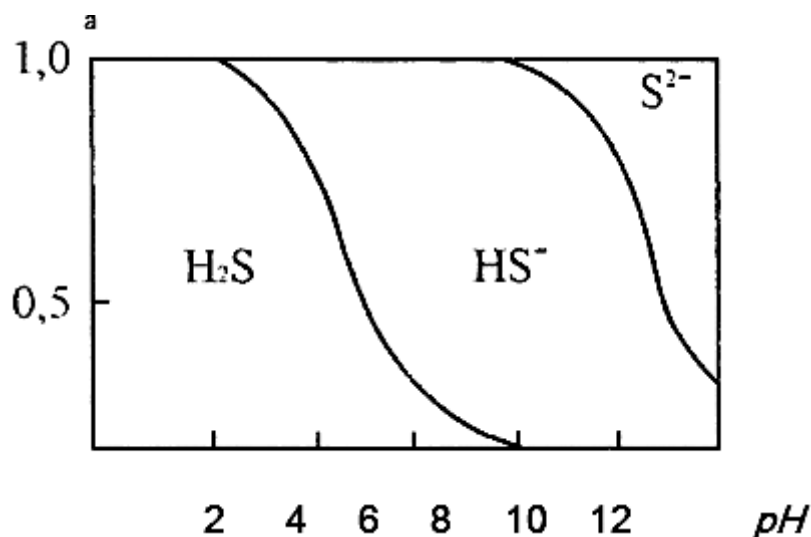


Рис. 1. Диаграмма диссоциации сероводорода, а в водородных средах в зависимости от pH

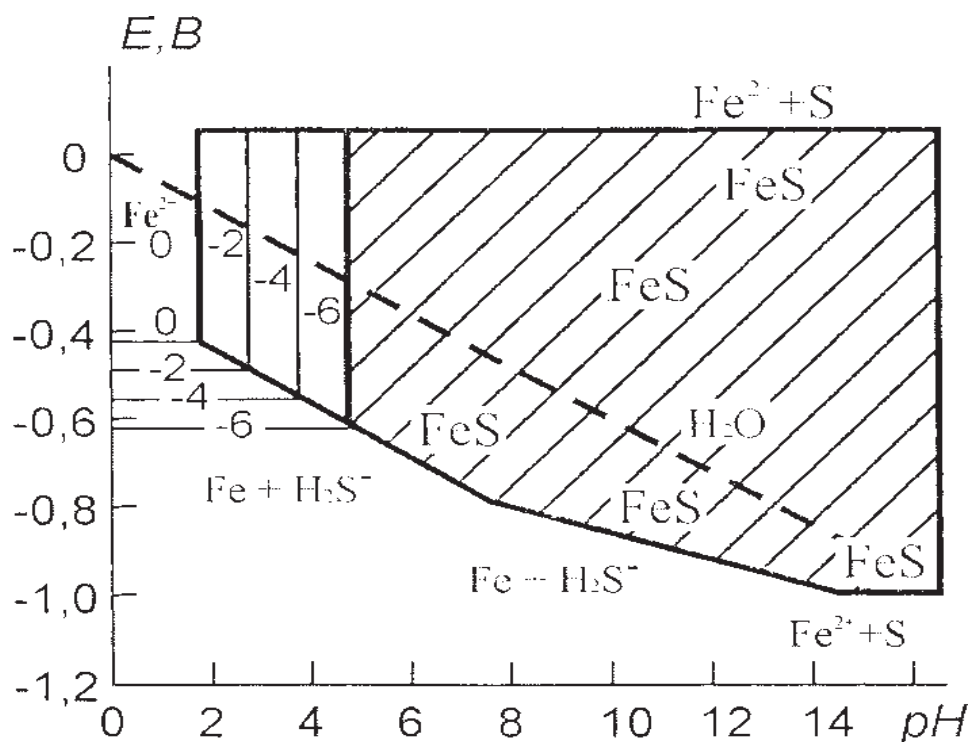


Рис. 2. Диаграмма E-pH для системы Fe-H₂S-H₂O: заштрихована область термодинамической стабильности FeS

следует, что толщина продуктов коррозии на поверхности НКТ после эксплуатации (>5 лет) на H₂S-содержащих газовых месторождениях достигала примерно 2 мм. Аналогичную картину наблюдали авторы данной работы при обследовании скважинного нефтяного оборудования на Самотлорском месторождении Западной Сибири. Поэтому в таких случаях следует рассматривать влияние поверхностных сульфидов на процессы коррозии и наводороживания Fe и сталей.

Для определения областей термодинамической стойкости Рев воспользуемся известной [5] диаграммой «потенциал — pH» для системы FeS—H₂O (рис. 2), которая

конкретизирует условия термодинамического равновесия между металлом, его ионами в растворе или нерастворимыми продуктами реакции при разных электродных потенциалах металла и pH водного раствора, но не объясняет кинетику коррозионных процессов. Из диаграммы видно, что FeS термодинамически стабильный в интервале pH >4,5.

Как следует из анализа литературы, приведенной в работе [6], в коррозионных средах на поверхности сталей образуются нерастворимые продукты коррозии, которые, благодаря формированию поверхностной пленки, становятся барьером между металлом и средой, уменьшая

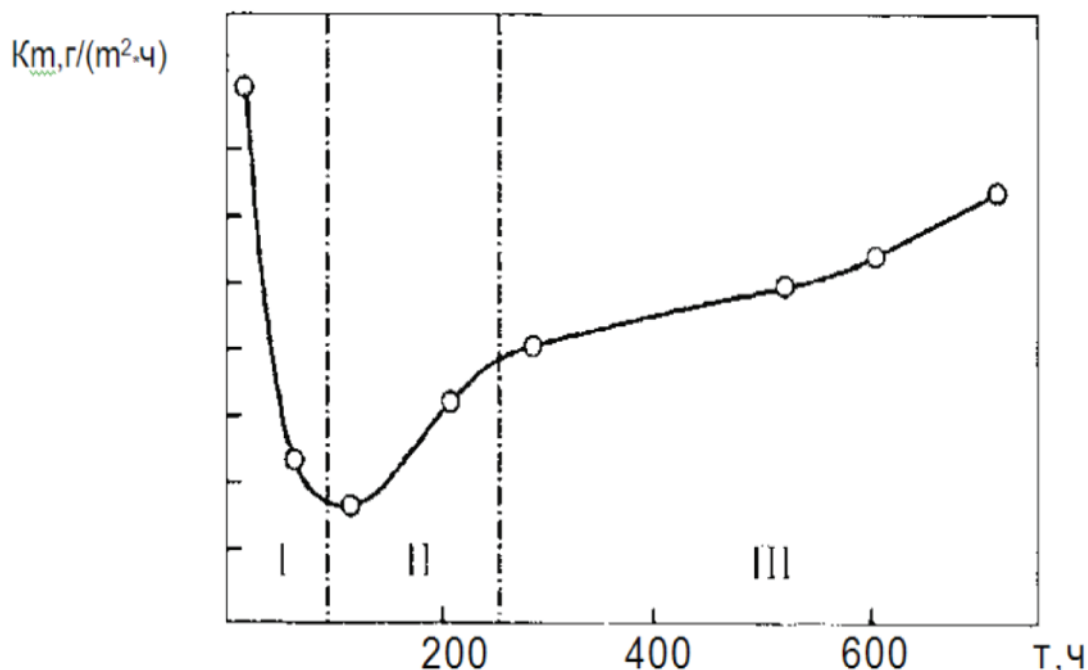


Рис. 3. Изменение скорости коррозии стали 20 во времени. Среда NACE

Эксперимент	Расчет
Fe _{общ} — 52,85 %	Вариант 1 — FeS: FeS — 49,25 %
УS _{общ} — 15,1 %	Fe (SO ₄) ₃ — 1,76 %; Fe ₃ O ₄ — 35,79 %
S _{сульфид} — 14,66 %	Вариант 2 — FeS ₂ : FeS ₂ — 27,45 %
S _{сульфат} — 0,44 %	Fe (SO ₄) ₃ — 1,76 %; Fe ₃ O ₄ — 51,64 %
Легкие вещества	Вариант 3 — Fe ₉ S ₈
105° — 2,32 %	Fe ₉ S ₈ — 43,44 %
200° — 9,71 %	Fe (SO ₄) ₃ — 1,76 %
950° — 9,77 %	Fe ₃ O ₄ — 31,39 %

скорость коррозии металла. В средах, содержащих H₂S, наоборот, продукты коррозии ускоряют коррозию конструкционных сталей.

Авторами [5] установлена временная зависимость коррозии K_т стали 20 в среде NACE (рис. 3), где имеются три области: I — период уменьшения, II — возрастания и III — стабилизации или монотонного роста параметра K_т.

По-видимому, сначала (период I) происходит формирование пленки продуктов коррозии (FeS), которые обладают защитными свойствами. В дальнейшем на стадии увеличения K_т (период II) повышается содержание серы в поверхностной пленке с образованием пирита или марензита (FeS₂) и разрушением троилита (FeS).

В III периоде формируется канзита (Fe₉S₈) с низкой защитной способностью.

Для получения количественных данных о химическом составе продуктов сероводородной коррозии труб (на примере НКТ нефтяных скважин), проведен их анализ на присутствие Fe, в, окислов и потерю легких фракций при нагреве. Поскольку пластовая вода содержит ионы SO₄²⁻ и в продуктах коррозии возможно присутствие сульфата Fe, то авторы [5] отдельно определяли сульфатную серу.

Однако на основе полученных результатов невозможно выяснить, какие сульфиды Fe находились в продуктах коррозии: FeS, FeS₂ или Fe₉S₈. Поэтому проведены аналитические расчеты возможных вариантов химического состава продуктов коррозии с разными типами сульфидов. Ниже приведены результаты экспериментов и аналитических расчетов.

Видно, что содержание сульфидов составляет 40–43 %, а окислов — 31–51 %, т.е. примерно по половине каждого. Таким образом, продукты H₂S — коррозии представляют собой пленку, которая состоит из смеси сульфидов и окислов. Разница потенциалов между покрытыми сульфидом и окисленными стальными электродами достигает 0,1–0,4 В [7, 8, 9]. При этом сульфид Fe является катодом по отношению к железу. Следовательно, пленка продуктов H₂S — коррозии состоит из большого количества гальванопар «сульфиды-окислы», что благоприятствует анодному растворению стали и ее наводороживанию, а, следовательно, деградации механических и эксплуатационных характеристик трубопроводных конструкций.

Полученные результаты исследований позволили сделать следующие **выводы**:

1. Предложен и обоснован механизм влияния сероводорода на катодные процессы выделения водорода на поверхности металла, контактирующего с сероводородсодержащей средой.

2. Определены области термодинамической стойкости сульфида железа (FeS), что позволяет интерпретиро-

вать экспериментальные результаты влияния водорода на ускорение коррозии конструкционных сталей.

3. Выполнены аналитические расчеты возможных вариантов химического состава продуктов коррозии с разными типами сульфидов

Литература:

1. Василенко И.И., Мелехов Р.А. Коррозийное растрескивание стали. — Киев: Наук. Думка, 1997. — 265 с.
2. Влияние водорода на хрупкость конструкционных сталей и сварных соединений / И.К. Походня, В.И. Швачко, С.А. Коротченко и др. // Автомат. Сварка. — 1989. — №5. — С. 1–4.
3. Коррозийно-механическое разрушение сварных конструкций / В.И. Похмурский, Р.К. Круцан и др. — Киев: Наук. Думка, 1995. — 261 с.
4. Радкевич О.И., Похмурский В.И. Влияние сероводорода на работоспособность материалов и оборудования газодобывающих промышленности // физ. Хим. Механика материалов. — 2001. — №2. — с. 157–168.
5. Радкевич О.И., Пясецкий О.С., Василенко И.И. Коррозийно-механическая долговечность трубной стали в сероводородной среде // Физ. Хим. Механика материалов. — 2000. — №3. — с. 93–97.
6. Саакян Л.С., Ефремов А.П. Защита нефтегазопромыслового оборудования от коррозии. — М.: Недра, 1982. — 227 с.
7. Шаповалов В.И. Влияние водорода на структуру и свойства железоуглеродистых сплавов. — М.: Металлургия, 1982. — 230 с.
8. Hagh G.T. The influence of microstructure on brittle fracture toughness // Metallurg. Trans. A. — 1984. — 15A/June. — P. 947–959.
9. Sardiscon J.B., Pitts R.E. Corrosion of Iron in H₂S-CO₂-H₂-O System, Mechanism of Sulphide Film Formation and Kinetics of Corrosion // Corrosion. — 1965/21, №9. — P.245–253

Разделение фасонных профилей методом сдвига

Сердюк Алексей Иванович, кандидат технических наук, доцент;

Сердюк Иван Алексеевич, кандидат технических наук, доцент

Приазовский государственный технический университет (г. Мариуполь, Украина)

Разработана методика и алгоритм расчета ориентации фасонного профиля относительно ножей на примере П-образного профиля. Разработана программа расчета направления отрезки П-образного профиля с учетом его геометрической формы и размеров.

Ключевые слова: отрезной штамп, отрезка сдвигом, фасонный профиль, выбор направления отрезки, методика расчета.

Постановка проблемы

Разделение фасонного сортового проката способом отрезки сдвигом применяется в серийном и массовом производстве заготовок и готовых изделий. Данный способ обеспечивает наиболее высокую производительность, безотходность процесса, а при правильном выборе технологических параметров и высокое качество поверхности разделения.

Разрабатывая технологический процесс отрезки сдвигом специалисты сталкиваются с рядом проблем связанных как с выбором схем отрезки [1–3], так и определением их параметров [2]. Принято различать геометрические и силовые параметры технологического процесса отрезки. При этом под геометрическими параметрами понимают параметры, определяющие взаимное расположение разрезаемого профиля и ножей [3]. Такими параметрами при отрезке заготовок простой формы (круг, квадрат, шестигранник) являются поперечный зазор z_n между профилем и ножом, продольный угол наклона профиля относительно ножа α и осевой зазор между ножами z_{oc} . Если данный способ разделения применяется к фасонным профилям (уголок, швеллер и др.) то дополнительно к перечисленным геометрическим характеристикам необходимо отнести положение профиля относительно ножей α_1 [4]. Это связано с тем, что при отрезке фасонного профиля зона пластического разделения его отдельных элементов будет иметь различную протяженность, что в свою очередь

может привести к образованию торцевых дефектов: вырыв, зарез, закол [2]. При этом не следует забывать и о том, что ориентация профиля влияет не только на геометрическую точность, но и на энергосиловые параметры процесса.

Анализ последних исследований и публикаций

Решение поставленных выше проблем в технической литературе относится, в основном, к профилям простой формы поперечного сечения (полоса, квадрат, круг, шестигранник и др.). Так Соловцов С.С. в работе [2] рекомендует располагать профиль таким образом, чтобы размер сечения прутка в направлении реза был меньше, чем в перпендикулярном направлении. При этом по возможности придавать профилю такое положение, при котором под действием ножей в нем возникали бы сжимающие напряжения.

Роганов Л.Л. в работе [5] основным критерием наилучшего расположения сортовой заготовки принимает силу разделения, основываясь на площади поверхности хрупкого разрушения, которая образовалась в момент скола при разделении. Чем больше поверхность скола соответственно меньше сила разделения при этом качество поверхности разделения не оценивается.

Однако, если для профилей простой формы выполнить рекомендации авторов [2,5] не вызывает трудностей, то для фасонных профилей, например П-образных не представляется возможным. Например, расположение П-образного профиля относительно ножа полкой неприемлемо для стенки и наоборот.

Цель статьи — разработать методику расчета параметра определяющего направления отрезки фасонного П-образного профиля, обеспечивающую наилучшее качество поверхности разделения с учетом его геометрических характеристик.

Изложение основного материала

В качестве критерия оценки качества поверхности разделения выступает осевой зазор z_{oc} , который в значительной мере определяет угол величину дефектов в поверхности разделения [2].

Рассмотрим схему отрезки фасонного П-образного профиля с поперечным сечением швеллера (рис. 1), состоящего из центральной стенки толщиной S_1 и двух боковых одинаковых полок толщиной S_2 . Углы между внутренними поверхностями стенки и полок обозначим α .

При вертикальном перемещении ножа наибольший размер сечения в направлении движения ножа представлен отрезком MN. При малом значении угла γ такое направление неприемлемо, если высота боковых полок существенно превышает толщину стенки S_1 . Если нож движется под углом α_1 к стенке, то протяженность сечения в направлении движения ножа для левой полки характеризуется отрезком QN, стенки DB, правой полки BF. При этом в правой угловой зоне общая протяженность длины реза характеризуется отрезком DF.

Соотношение между размерами отрезков и углом движения ножа α_1 взаимосвязаны. При нахождении оптимального значения угла реза, когда абсолютный осевой зазор z_{oc} постоянный необходимо исходить из оптимальной разности между максимальной и минимальной протяженностью реза сечения стенки и полки в правой угловой зоне. Эта разность равна длине отрезка DF.

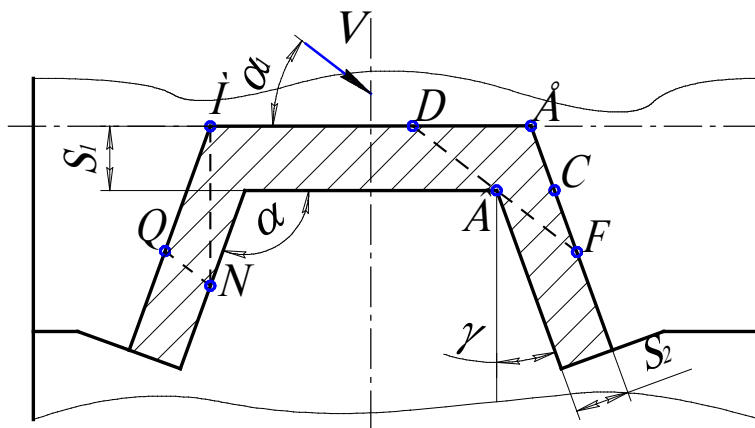


Рис. 1. Схема отрезки поступательно движущимся ножом от крытого профиля П-образного сечения

Длину отрезка FD определим из подобия треугольников DFE и BFC. Определим углы этих треугольников: $\angle DEF = \angle BCF = \pi/2 + \gamma$; $\angle FBC = \angle FDE = \alpha_1$; $\angle FDE = \angle BFC = \pi/2 - (\alpha_1 + \gamma)$.

Определим стороны треугольника ВСД.

Сторона ВС:

$$BC = \frac{CD}{\cos \gamma} = \frac{S_2}{\cos \gamma}. \quad (1)$$

По теореме синусов стороны FC и BF определяем из следующих выражений:

$$FC = \frac{BC \sin \alpha_1}{\sin [\pi/2 - (\alpha_1 + \gamma)]} = \frac{S_2 \sin \alpha_1}{\cos \gamma \cos(\alpha_1 + \gamma)}; \quad (2)$$

$$BF = \frac{BC \sin(\pi/2 + \gamma)}{\sin [\pi/2 - (\alpha_1 + \gamma)]} = \frac{S_2}{\cos(\alpha_1 + \gamma)}.$$

Тогда

$$FE = FC + CE = \frac{S_2 \sin \alpha_1}{\cos \gamma \cos(\alpha_1 + \gamma)} + \frac{S_1}{\cos \gamma} = \frac{1}{\cos \gamma} \left[\frac{S_2 \sin \alpha_1}{\cos(\alpha_1 + \gamma)} + S_1 \right]; \quad (3)$$

$$FD = \frac{FE \sin(\pi/2 + \gamma)}{\sin \alpha_1} = \frac{S_1}{\sin \alpha_1} + \frac{S_2}{\cos(\alpha_1 + \gamma)}.$$

Угол α_1 определим из условия минимума длины отрезка FD, т.е.

$$\frac{d}{d\alpha_1} \left(\frac{S_1}{\sin \alpha_1} + \frac{S_2}{\cos(\alpha_1 + \gamma)} \right) = 0.$$

После дифференцирования и преобразований получим:

$$\frac{S_1}{S_2} \frac{\sin(\alpha_1 + \gamma) \sin^2 \alpha_1}{\cos^2(\alpha_1 + \gamma) \cos \alpha_1} = 1. \quad (4)$$

Если полки перпендикулярны ($\gamma=0$), то уравнение (4) имеет вид:

$$\frac{S_1}{S_2} = \operatorname{tg}^3 \alpha_1. \quad (5)$$

В этом случае:

$$\alpha_1 = \operatorname{arctg} \sqrt[3]{\frac{S_1}{S_2}}, \text{ рад.} \quad (6)$$

Когда полки имеют одинаковую толщину $S_1 = S_2$, то оптимальным считается направление, при котором угол $\alpha_1 = 45^\circ$.

Часть угловой зоны, расположенной над линией FD, где размер сечения в направлении движения ножа резко отличается от размеров части сечения в том же направлении, расположенной ниже линии FD, сравнительно небольшая. Поэтому оптимальным может оказаться такое направление движения ножа, которое обеспечит равенство отрезков DB и BF. С учетом выражения (2), получим уравнение для определения оптимального угла α_1 , по этому критерию:

$$\frac{S_1}{\sin(\alpha_1 + \gamma)} = \frac{S_2}{\cos(\alpha_1 + \gamma)}. \quad (7)$$

Для выбора оптимального угла α_1 по критерию минимума отрезка FD и критерию DB = BF уравнения (4) и (7) должны быть решены численно. Анализируя уравнения (4) и (7) видно, что для определения оптимального направления движения подвижного ножа необходимо варьировать параметр α_1 в диапазоне от 0° до 90° при известных геометрических параметрах профиля.

При этом варьирование параметра α_1 осуществляется с малым шагом и продолжается до выполнения условий (4) и (7) с заданной точностью.

Блок-схема алгоритма вычисления оптимального направления движения подвижного ножа для фасонного П-образного профиля изображена на рис. 2.

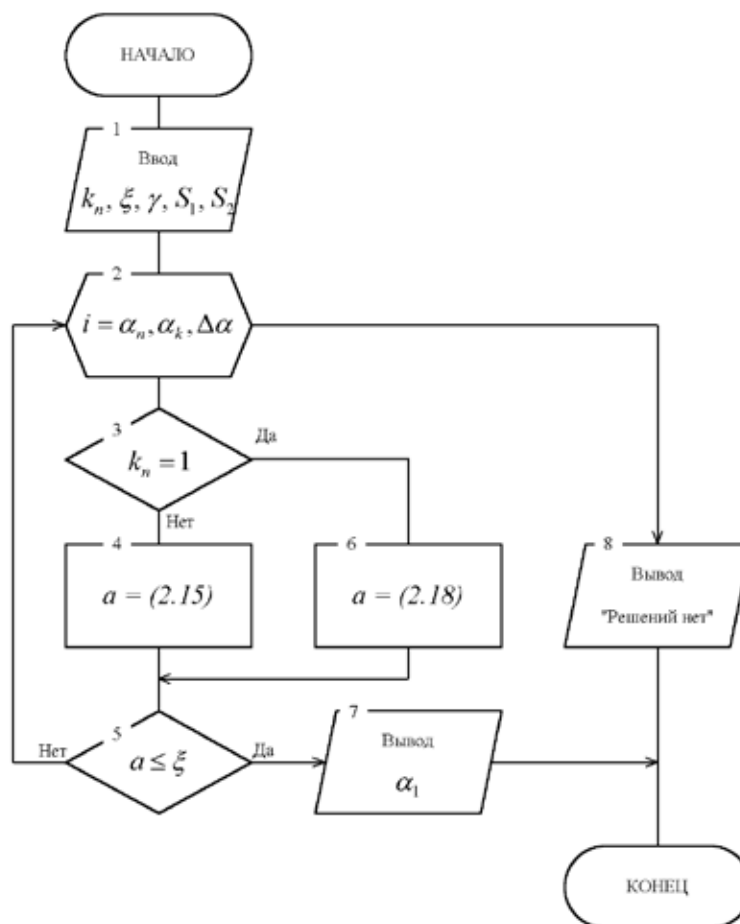


Рис. 2. Блок схема алгоритма вычисления оптимального направления движения подвижного ножа для фасонного П-образного профиля

Для выполнения численных расчетов необходимы следующие начальные параметры:

S_1 — толщина стенки П-образного профиля, мм;

S_2 — толщина вертикальных полок П-образного профиля, мм;

γ — угол раскрытия вертикальных полок, град;

$\Delta\alpha_1$ — шаг варьирования параметра α_1 , рад;

α_1^n — начальное значение варьируемого параметра α_1 , рад;

α_1^k — конечное значение варьируемого параметра α_1 , рад;

ξ — заданная точность вычисления;

k_n — критерий оптимальности, где n один из двух критериев оптимальности $k_1 = DB = BF$ и $k_2 = DF = \min$.

Параметры 1–3 и 7–8 задаются пользователем, а параметры 4–6 задаются программно. На рис. 3 изображен общий вид окна программы, разработанный на основе алгоритма (рис. 2) с использованием визуального средства программирования Visual Basic 6.0. Для удобства работы с программой пользователь может ввести толщины полок П-образного профиля S_1 и S_2 или выбрать их отношение из диапазона значений (см. рис. 4).

Выводы

Предложена и теоретически обоснована методика определения наилучшего направления отрезки при поступательном движении ножа фасонного П-образного профиля, имеющего разную толщину стенки и полок.

Установлено, что отрезка фасонных П-образных профилей должна выполняться не перпендикулярно к полке или стенки, а под некоторым к ней углом α_1 .

Разработана программа расчета оптимального угла α_1 для П-образного профиля по одному из двух критериев: минимальной протяженности сечения в направлении отрезки; равенства длин сечений в направлении отрезки на отдельных элементах П-образного профиля.

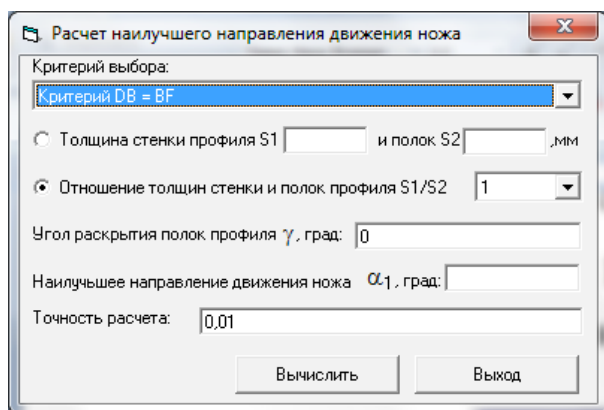


Рис. 3 Общий вид окна программы для определения оптимального направления движения подвижного ножа.

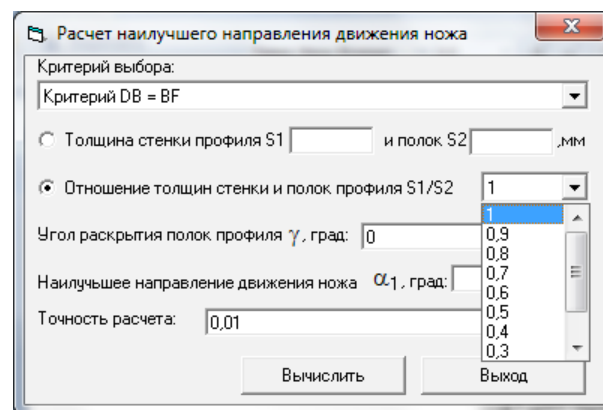


Рис. 4 Выбор отношений S_1 / S_2 из диапазона значений.

Литература:

1. Соловцов С.С. Производство точных заготовок отрезкой и вырубкой / С.С. Соловцов // Кузнечно-штамповочное производство. — 2005. — №9. — С. 22–24.
2. Соловцов С.С. Безотходная резка сортового проката в штампах. — М.: Машиностроение, 1985. — 175 с.
3. Коваленко В.Ф. Анализ схем холодной резки сортового проката сдвигом // Кузнечно-штамповочное производство. — 1968. — №5. — с. 18–21.
4. Сердюк А.И. Исследование напряженно-деформированного состояния металла в штампах со сложным движением ножей и совершенствование технологии отрезки П-образных профилей: Дис. ... канд. тех. наук. Мариуполь. 2004. — 156 с.
5. Роганов Л.Л. Разделение сортового проката больших поперечных сечений способом отрезки сдвигом / Л.Л. Роганов, Д.С. Карнаух, Н.В. Чоста // Обработка материалов давлением: сб. науч. тр. — Краматорск: ДГМА, 2010. — №2 (23). — С. 137–141.

7. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Математическое моделирование процесса пневмосепарации вертикальным воздушным потоком

Бутовченко Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент;

Дорошенко Артем Александрович, аспирант

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

Введение. Инновационные пути развития сельскохозяйственной техники в целом, реализуются за счёт создания новых и параметрической оптимизации существующих машин, за счет более глубокого изучения процессов протекающих в них. Одним из важных рабочих элементов различных машин, в том числе и зерноочистительных является пневмоканал.

Целью работы являлось математическое моделирование процесса сепарации гетерогенной сыпучей среды в пневмоканале, находящемся после транспортёрного скельператора в машине МПО-50.

Процесс пневмосепарации гетерогенной сыпучей среды в пневмоканале зависит от технологических свойств компонентов среды, от вероятностных характеристик распределения подачи сыпучей среды по ширине ее ввода в пневмоканал, её распределения по поперечному сечению пневмоканала и вероятностным характеристикам распределения по этому сечению скоростей воздушного потока.

Учет этих факторов при моделировании процесса пневмосепарации позволит более точно проводить многомерный анализ процесса, параметрический и структурный синтез пневмоканала.

Рассмотрим пневмоканал (ПК) шириной B_K и глубиной S (Рис. 1) с подачей Q в него гетерогенной сыпучей среды с известной или задаваемой плотностью вероятностей $f_Q(H)$ распределения этой подачи по ширине бокового ввода в ПК и плотностью вероятности $f_V(H)$ распределения средних по сечению пневмоканала скоростей воздушного потока.

Для этих условий полнота прохода j -го компонента зернового материала в очищенную фракцию

$$\varepsilon_{Cj} = \frac{\sum_{p=1}^l Q_p \varepsilon_{pj} (Q_{pj} V_p)}{B \cdot Q / K} m_{jB} \cdot m_{jw}, \quad (1)$$

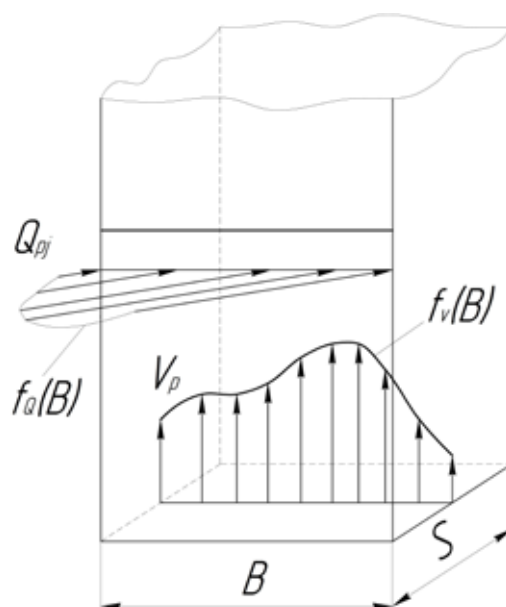


Рис. 1. Схема плотности вероятности $f_V(H)$ распределения средних по сечению пневмоканала скоростей воздушного потока и плотности вероятности $f_Q(H)$ распределения подач зернового материала по ширине пневмоканала сепаратора

где

$$K = B / \ell, \quad (2)$$

Количество зернового материала Q_p , попадающего на каждый p -ый участок ($p=1,2,\dots,l$) k -ой ширины рабочего органа:

$$Q_p = \frac{B \cdot Q_0}{k} \cdot \frac{\int_{p-1}^p f_q(B) dB}{\int_{p-1}^l f_q(B) dB}, \quad (3)$$

а средняя скорость воздушного потока на p -м участке:

$$V_p = \frac{B \cdot V}{k} \cdot \frac{\int_{p-1}^p f_v(B) dB}{\int_{p-1}^l f_v(B) dB}, \quad (4)$$

где $\varepsilon_{pj}(Q_p V_p)$ – полнота выхода в очищенное зерно j -го компонента зернового материала с p -го участка ширины пневмоканала ($p = 1, 2, \dots, \ell$) определится из известных выражений при $Q = Q_p$ и $V = V_p$, [1] m_{jB} и m_{jw} – коэффициенты изменения плотности выхода j -го компонента в очищенное зерно от изменения глубины B пневмоканала и влажности w зернового материала [2].

$$m_{jB} = \frac{[1 - \varepsilon_{Bj}(B_1 Q) / 100]}{[1 - \varepsilon_{Bj}(B = 0,22; Q) / 100]}, \quad (5)$$

$$m_{jw} = \frac{[1 - \varepsilon_{wl}(W, Q) / 100]}{[1 - \varepsilon_{wo}(W = 10, Q) / 100]}, \quad (6)$$

Ограничения:

$$[1 - \varepsilon_{C(j=1)}] \leq E_d, \quad (7)$$

E_d – допустимая полнота выделения семян зерна в легкие отходы,

При выполнении ограничений (8) считать показатели процесса сепарации: содержание сорных примесей ($j = 1, 2, \dots, c$) в очищенном зерне

$$b_C = \sum_{j=C} a_j \eta_{cj} / \left(\sum_{j=1}^b a_j \eta_{cj} \right), \quad (8)$$

Здесь b – число всех компонентов в ворохе.

Полнота выделения B пневмосепаратора в отходы сорных ($j = 1, 2, \dots, c$) примесей

$$\eta_{boo} = \sum_{j=C} [a_j (1 - \eta_{cj})] / \sum_{j=1}^c a_j, \quad (9)$$

содержание j -х компонентов в очищенном зерне

$$b_j = a_j \eta_{cj} / \left(\sum_{j=1}^b a_j \eta_{cj} \right), \quad (10)$$

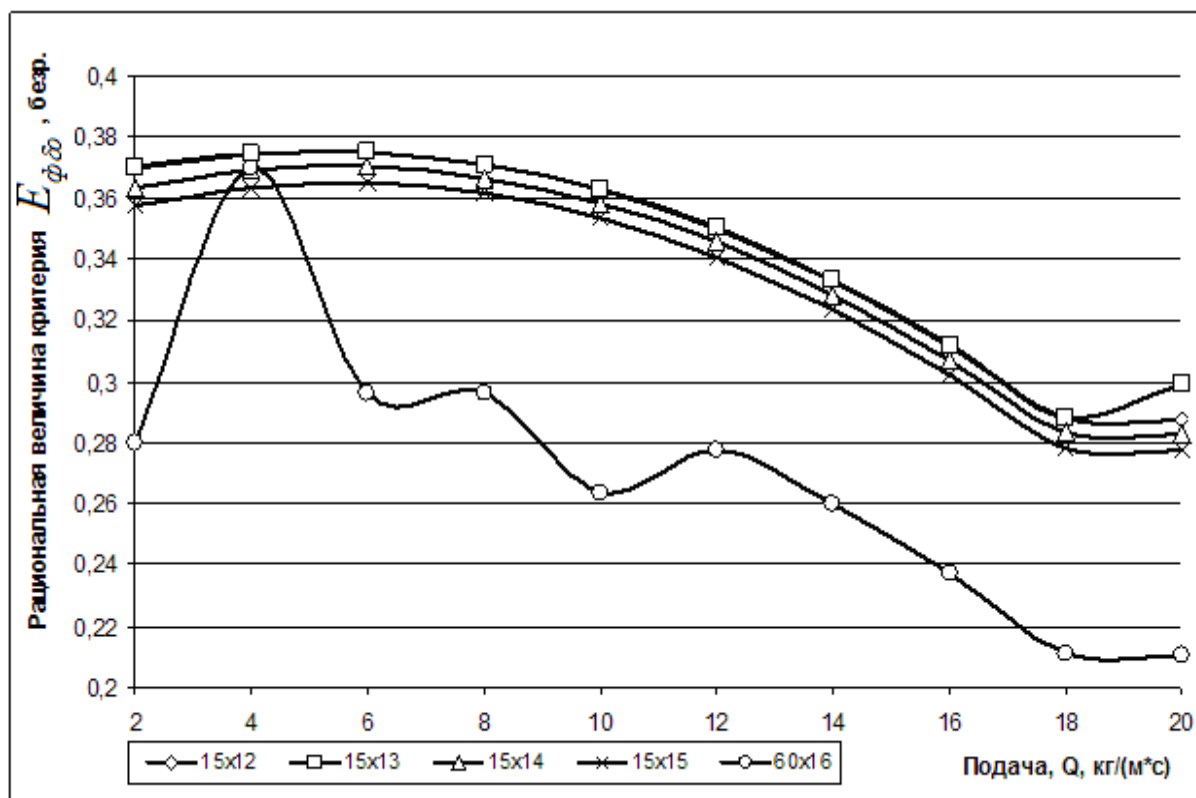


Рис. 2. Зависимость величины критерия $E_{\phi\delta\delta}$ от размеров ячеек сепаратора, при исходных подачах от 2 до 20 кг/м²·с.

$$\eta_{bj} = (1 - \eta_{cj}), \quad (11)$$

содержание j -го компонента b_{jo} зернового материала в легких отходах

$$b_{jo} = a_j(1 - \varepsilon_{cj}) / \left(\sum_{j=1}^b [a_j(1 - \eta_{cj})] \right), \quad (12)$$

масса Q_o отходов кг/(м.с)

$$Q_o = \sum_{j=1}^b Q a_j (1 - \eta_{cj}), \quad (13)$$

масса очищенного в пневмосепараторе зерна

$$Q_{кп} = Q - Q_o, \quad (14)$$

величина критерия сепарации для исследуемой $K_{\delta M}$ -ой функциональной схемы

$$E_{\phi\delta o} = 1 - \frac{\sum_{jo} (a_j \cdot \varepsilon_{bjO \text{ по}})}{\sum_{jo} a_j}, \quad (15)$$

Вывод. Построенные математические модели процесса сепарации гетерогенной сыпучей среды и позволяют, используя известные методы параметрического и структурного синтеза, проводить многомерный анализ процесса и оценивать рациональные параметры вертикальных пневмоканалов для задаваемых условий и ограничений на показатели его функционирования.

Литература:

1. Ермольев Ю.И., Лукинов Г.И., Шелков М.В. Вероятностная модель процесса сепарации зернового вороха на транспортёрном скельператоре//Деп.ВИНИТИ. - № 3311. ДГТУ. — Ростов-на Дону, 1999.
2. Ермольев Ю.И. Технологические основы интенсификации процесса сепарации зерна воздушно-решётными зерноочистительными машинами и агрегатами. Дис.д.т.н., Ростов-на Дону, 1990.

Результаты моделирования процесса сепарации на сетчатом полотне скельператора

Бутовченко Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент;
Дорошенко Артем Александрович, аспирант
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

Создание современной зерноочистительной техники — одна из важных задач развития сельского хозяйства. Одним из важных рабочих элементов системы очистки является транспортёрный скельператор, выделяющий большую часть крупных примесей, однако оптимизация его параметров не завершена, так как процесс его функционирования до конца не изучен.

Мы рассмотрели процесс параметрического синтеза подсистемы операций предварительной очистки зерна на транспортёрном скельператоре (по типу МПО-50) в зерноочистительной машине, используемой в универсальном зерноочистительном агрегате.

Целью параметрической оптимизации и многомерного анализа рассматриваемой подсистемы рабочих элементов являлась оценка показателей их функционирования от изменения параметров отверстий на сетке скельператора и оптимизация параметров этой подсистемы операций.

Основными геометрическими параметрами транспортёрного скельператора являются размеры его отверстий $b \times \Gamma$, толщина d_n проволоки сетки (Рис. 2), длина l_r и ширина B транспортера, угол α наклона его к горизонту, ча-

стота n_n ударов подбивальщика сетки (Рис. 1).

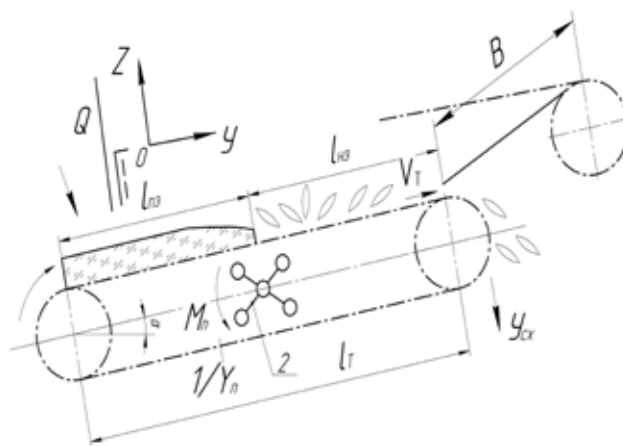


Рис. 1. Схема транспортера-скельператора

При функционировании транспортёрный скельператор можно разделить на 2-а участка: первый — с полной загрузкой СГС, слой СГС длиной $l_{нз}$, второй — с неполной загрузкой длиной $l_{нз}$ (см. Рис. 1).

На первом участке транспортер-скельператор (сепаратор) можно представить в виде 2-х расположенных друг над другом и неоднородных по высоте «условных» решет равной длины l_{nz} , обладающих каждое, отличным от другого, но постоянным для отдельного решета коэффициентом сепарации m_j . Для первого верхнего «условного» решета, образованного слоем СГС с равномерным распределением в нем j -ых компонентов, при условии содержания b компонентов ($j=1,2,\dots,b$) в исходной СГС с известными плотностями вероятности $f(b_{uj})$ распределения по ширине и задаваемой шириной b ($b < \Gamma$) (или при $\Gamma < b$) (см. Рис. 2) отверстий транспортера-скельператора, полнота просеивания e_{1j} j -го компонента СГС на первом участке транспортера длиной l_{nz}

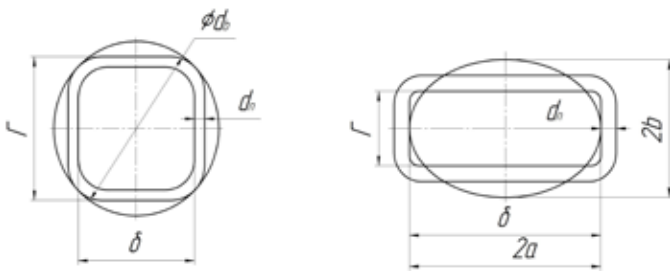


Рисунок. 2 Квадратное (а) и прямоугольное (б) отверстия сетки транспортера

$$\varepsilon_{1j} = \frac{\mu_{2j} \exp(-\mu_{1j} l_{nz}) - \mu_{1j} \exp(-\mu_{2j} l_{nz})}{\mu_{2j} - \mu_{1j}}, \quad (1)$$

а количество просеивающегося j -го компонента в единицу времени на первом участке транспортера

$$V_{n1j} = Q \cdot a_j \cdot \gamma \cdot \varepsilon_{1j}. \quad (2)$$

$$\text{Здесь } \mu_{1j} = \frac{V_{zj} \int_0^{l_{nz}} \frac{dY}{z(Y)}}{l_{nz} \cdot V_m} \quad (3)$$

где V_m – относительная скорость рабочей ветви транспортера;

V_{zj} – составляющая средней скорости относительного перемещения (опускание к поверхности транспортера) j -го компонента в слое СГС; $i=ez(Y)$ – уравнение линии, ограничивающей сверху слой СГС на транспортере-скельператоре;

$$V_{zj} = \frac{Q \cdot a_j \int_0^{h_0} zy(z)_j dz}{\int_0^{h_0} y(z)_j dz \cdot \frac{l_{nz}}{4V_m} \cdot Qa_j \left[1 + 3 \left(1 - \int_0^{l_{nz}} z(y)_j dy \right) \right] \cdot \Delta t}, \quad (4)$$

Найденные величины l_{nz} и V_{zj} определяют величину m_{1j} из (3).

Величина коэффициента сепарации 2-го «условного» решета

$$\mu_{2j} = \frac{P_{2/1j}}{\Delta Y_2}, \quad \Delta Y_2 = \Delta Y_1 \quad (5)$$

где ΔY_1 – участок переносного перемещения j -го компонента на транспортере за один удар подбивальщика;

$$\Delta Y_1 = \frac{V_m}{n_n} \quad (6)$$

n_n – частота ударов подбивальщика с силой, обеспечивающей подбор j -ых компонентов СГС относительно отверстий скельператора.

$P_{2/1j}$ – вероятность прохода j -го компонента СГС через второе «условное» решето – транспортер-скельператор.

Вероятность $P_{2/1j}$ представлена в виде комбинации несовместных событий

$$P_{2/1j} = P_{3/1j} \cdot P_{6/5j}, \quad (7)$$

где $P_{3/1j}$ – вероятность j -му компоненту ($b_{ij} < \Gamma$), опускаясь на транспортер-скельператор, принимающему с равной вероятностью различные положения в пространстве, попасть своим центром масс в отверстие транспортера.

$P_{6/5j}$ – вероятность j -му компоненту длиной l_j , центр масс которого попал в зону отверстия, перемещаясь по углом d к транспортеру ($0 \leq d \leq \pi/2$), пройти через круглое или эллиптическое отверстие за период одного встряхивания ветви транспортера.

$P_{3/1j} = m$ – условное «живое» сечение рабочей ветви транспортера-скельператора в плоскости перпендикулярной вектору скорости V_j опускания j -го компонента на транспортер.

Вероятности $P_{3/1j}$ и $P_{6/5j}$ определены [1; 2]

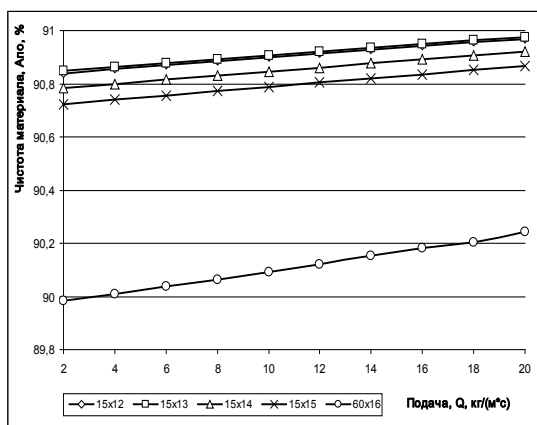
Полнота просеивания j -ого компонента СГС на втором участке e_{2j} длиной l_{nz} (см. Рис. 3) определится из выражения (1) при $\mu_{1j}(l)=1$, $\mu_{2j}(l)$ определится из выражения (5), а l_{nz} заменится на l_{nz} . Тогда общая полнота просеивания j -ого компонента на всей длине l_m транспортера-скельператора

$$\varepsilon_{nj} = \varepsilon_{1j} + (1 - \varepsilon_{1j}) \varepsilon_{2j}, \quad (8)$$

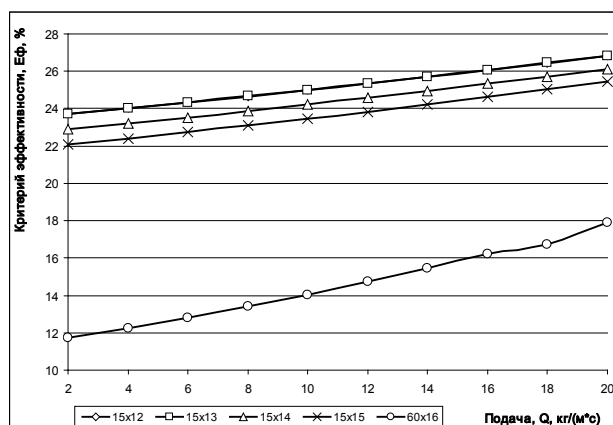
а просеивание в единицу времени j -ого компонента Y_{nj} и фракции из j -ых компонентов Y_n СГС по всей его длине

$$Y_{nj} = Qa_j \gamma \varepsilon_{nj}; \quad (9)$$

$$Y_n = \sum_j Y_{nj}. \quad (10)$$



(а)



(б)

Рис. 3. Зависимость чистоты зернового материала (а) и критерия эффективности выделения компонентов (б) из зернового материала прошедшего через скельператор с различными параметрами отверстий сетки от подачи на него зернового материала

Полнота схода j -ого компонента с транспортера-скельператора

$$\mathcal{E}_{ccxj} = \gamma(1 - \mathcal{E}_{nj}) + (1 - \gamma), \quad (11)$$

Приведенная стохастическая функциональная аналитическая модель процесса функционирования транспортерного скельператора адекватна [3] и позволяет учитывать основные аргументы векторов входных и управляющих воздействий на рассматриваемый процесс, а, следовательно, качественно проводить многомерный анализ и параметрический синтез транспортера-скельператора.

Используя программный комплекс кафедры «СХМ и О» ДГТУ, а также математические модели описанные выше были смоделированы процессы сепарации зернового ма-

териала на транспортёрном скельператоре машины МПО. В качестве исходных данных для расчёта были приняты: содержание компонентов в зерновом материале — чистое зерно 89,3%; зерновые примеси 4,3%; солома дроблёная 1%; колоски 2%; семена сорняков 0,2%; поллова 0,1%; мелкий сор 0,8%; крупные минеральные примеси 0,2%; корзинки осота 0,5%; дикая редька 0,5%; органические примеси 1,1%. Угол наклона транспортёра $\alpha_{\text{тр}} = 18^\circ$. Скорость полотна транспортёра 0,6 м/с. Частота ударов подбивальщика — 2,6 с⁻¹. Диаметр проволоки сетки 1,2мм. Глубина S пневмоканала принята 0,22м. Плотность зернового вороха 700кг/м³.

Результаты расчётов представлены и на рисунке 3.

Вывод. Анализ полученных результатов, согласно рисункам 3–6, позволяет рекомендовать для установки на скельператор сетки с параметрами ячейки 15x13 мм.

Литература:

1. Ермольев Ю.И., Лукинов Г.И., Шелков М.В. Вероятностная модель процесса сепарации зернового вороха на транспортёрном скельператоре//Деп.ВИНИТИ. — №3311. ДГТУ. — Ростов-на Дону, 1999.
2. Ермольев Ю.И. Интенсификация технологических операций в воздушно-решётных зерноочистительных машинах. — Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 1998. — 494 с.
3. Ермольев Ю.И., Лукинов Г.И. Моделирование процесса сепарации зерновых отходов на транспортёрном скельператоре.// Вестник ДГТУ. — Т.2. — №2 (12). — 2002.

Состав эмульсола для приготовления смазочно-охлаждающей жидкости

Николаев Андрей Геннадьевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (институт)

Самохина Светлана Сергеевна, кандидат педагогических наук, доцент;
Абакаров Арип Эмемагович, курсант
Вольский филиал военной академии материально-технического обеспечения

Улучшение процессов обработки металлов с помощью правильно подобранных смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) заданного состава является важной задачей.

Анализ марок смазочно-охлаждающих жидкостей, эксплуатируемых на предприятиях ведущих обработку металла, показал, что большую долю составляют жидкости импортного производства. Сложилось трудное положение по обеспечению качественными СОЖ. На некоторых предприятиях используются устаревшие жидкости, имеющие неудовлетворительные технологические и санитарно — гигиенические свойства. В связи с экономическим кризисом произошло подорожание импортных СОЖ. Поэтому, необходима разработка новых, отечественных СОЖ, обладающих повышенными эксплуатационными свойствами.

Разрабатывая новые составы СОЖ необходимо учитывать ряд факторов: технологические операции, характеристики обрабатываемого и инструментального материалов, находить оптимальное соотношение цены и качества.

Применение эффективных СОЖ при обработке металлов позволяет увеличить стойкость режущего инструмента, улучшить качество обрабатываемых материалов и санитарно — гигиенические условия труда.

Эффективным методом борьбы с коррозией обрабатываемых металлов и коммуникаций станков, а также с биопоражением используемых СОЖ является применение в их составе эмульсолов, обладающих антикоррозионным и бактерицидным действием.

Широко применяются различные эмульсолы, содержащие в своём составе различные антикоррозионные и бактерицидные добавки, например роль ингибитора коррозии выполняет нитрит натрия, тринатрийфосфат, а бактерицида — гексахлорофен [1,2].

Главными недостатками эмульсолов и водорастворимых СОЖ, полученных на их основе, является высокая стоимость, токсичность и недостаточная эффективность использующихся при их приготовлении антикоррозионных и бактерицидных добавок.

Цель разработки — улучшение антикоррозионных и бактерицидных свойств эмульсола и полученных на их основе водных СОЖ.

Поставленная задача достигается тем, что эмульсол, содержащий олеиновую кислоту, триэтаноламин, базовую основу трансформаторное масло или масло трансформаторное, при следующем соотношении компонентов, %

масс: олеиновая кислота — 12,0—14,0; триэтаноламин 6,0—8,0; базовая основа трансформаторного масла или масло трансформаторное — остальное, дополнительно содержит тетраборат этилендиаммония в количестве 6,5—9,0 % масс. соответственно, в расчёте на 100 %, масс. вышеуказанного состава.

Олеиновая кислота и триэтаноламин, а также продукт их взаимодействия (олеат триэтаноламмония) являются эмульгаторами. Масло трансформаторное или базовая основа масла трансформаторного является смазывающим компонентом.

Тетраборат этилендиаммония является бактерицидной и антикоррозионной добавкой.

Состав эмульсола готовится по технологии следующим образом:

В контактор-смеситель вводят базовую основу трансформаторного масла (половина от общего количества всего масла), затем при постоянном перемешивании в масло добавляют рассчитанное количество олеиновой кислоты. Смесь перемешивают в течение одного часа при температуре не выше 25°C.

В полученную смесь постепенно, небольшими порциями добавляют рассчитанное количество триэтаноламина и тетрабората этилендиаммония. Перемешивание длится в течение 2...3 часов при аналогичной температуре.

Затем вводят оставшееся количество базовой основы трансформаторного масла, после чего полученную смесь перемешивают в течении одного часа.

Синтез тетрабората этилендиаммония проводится при комнатной температуре. Готовят насыщенный раствор борной кислоты. Для этого в 400 мл дистиллированной воды растворяют 136 г H_3BO_3 . Затем маленькими порциями при интенсивном перемешивании добавляют 40 мл этилендиамина. Этилендиамин берётся в избытке, поскольку образование нового соединения происходит в щелочной среде при pH 10. Борная кислота реагирует полностью с образованием соединения тетрабората этилендиаммония $C_2H_{14}B_4N_2O_9$ (реакция экзотермическая).

Кристаллизация соединения проводится при комнатной температуре изотермическим испарением.

Выпавшую твёрдую фазу отфильтровывают через воронку Бюхнера при остаточном давлении промывают несколькими порциями дистиллированной воды, высушивают при комнатной температуре, до постоянного веса. В итоге получают 70 г продукта.

Концентрация компонентов в эмульсоле обоснована экспериментально-теоретическими исследованиями.

Таблица 1

Составы исследуемых эмульсолов

№ состава	Содержание компонентов в составах, мас. %		
	Олеиновая кислота	Триэтаноламин	Тетраборат этилендиаммония
1	12,0	6,5	3,0
2	13,5	7,5	4,0
3	13,0	6,5	4,5
4	14,0	6,0	5,0
5	12,5	7,0	6,5
6	13,0	6,5	7,0
7	12,0	8,0	8,0
8	13,5	7,0	8,5
9	14,0	7,5	9,0
10	12,5	6,0	9,5
11	13,0	7,0	10,0
12	13,5	6,5	10,5

Содержание тетрабората этилендиаммония менее 6,5 мас. % не приводит к достижению задачи изобретения, а именно улучшения антикоррозионных и бактерицидных свойств. Более 9,0 мас. % приводит к нерациональному расходу компонентов и, как следствие, к удорожанию эмульсола.

По результатам исследований (табл. 1) установлено, что лучшими с точки зрения, решения задачи изобретения, являются составы №5 – №9. В таблице приведены приготавливаемые и испытанные составы эмульсолов.

Бактерицидные свойства предложенного эмульсола исследовали по методике, изложенной в справочнике [3]. Опыты проводили следующим образом. В одну пробирку помещают 9 мл бывшей в употреблении СОЖ, представляющую собой 5% масс. водную эмульсию из эмульсола, содержащий триэтаноламин. Во вторую пробирку помещают 9 мл, бывшей в употреблении СОЖ, представляющую собой 5% масс. водную эмульсию из эмульсола, содержащий тетраборат этилендиаммония. Затем в обе пробирки добавляют по 1,0 мл индикатора – 0,5% масс. водного раствора 2,3,5-трифенилтетразолия хлористого (ТТХ). Содержимое пробирок тщательно перемешивают. Пробирки помещают в термостат и выдерживают при температуре $30 \pm 5^\circ\text{C}$ в течение времени, необходимого для появления характерной окраски в испытуемых СОЖ (1–5 суток). Оценивают визуально наличие и интенсивность окраски СОЖ и определяют балл микробиологического поражения эмульсии. В результате испытаний было выяснено, что по истечении испытательного срока СОЖ, приготовленная из эмульсола прототипа, имеет предельный балл биопоражения по V-бальной шкале от 0 до IV, что говорит о непригодности СОЖ к дальнейшей эксплуатации. СОЖ приготовленная из эмульсола с содержанием тетрабората этилендиаммония, имеет 0 балл, т.е. данная СОЖ длительное время пригодна для эксплуатации.

Антикоррозионные свойства предложенного эмульсола оценивали по методике, изложенной в справочнике [3] следующим образом. На бумажный фильтр диаметром 50 мм, помещённый в чашку Петри, с помощью шпателя равномерно наносят $2 \pm 0,1$ г чугунной стружки. В мерную пипетку отбирают 2 мл свежей СОЖ, представляющую собой водную 5% масс. эмульсию из эмульсола, и равномерно смачивают стружку на фильтре. Чашку Петри закрывают крышкой и выдерживают 2 часа при комнатной температуре, исключая попадание прямых солнечных лучей. Затем фильтр вынимают из чашки Петри, удаляют стружку, а фильтр просушивают при комнатной температуре. После этого по характеру и количеству пятен на фильтре или по их отсутствию оценивают балл коррозии. Испытания проводят параллельно в двух чашках Петри. Балл коррозии оценивают у СОЖ, приготовленных в первом случае из эмульсола прототипа, во втором – с содержанием тетрабората этилендиаммония. В результате проведённых испытаний установлено, что СОЖ, приготовленная из прототипа, имеет III балл коррозии (по V-бальной шкале от 0 до IV баллов), что соответствует умеренной степени коррозии. СОЖ, содержащая в составе тетраборат этилендиаммония, имеет балл равный 0, что соответствует отсутствию коррозии.

С целью определения технологической эффективности СОЖ на процесс обработки металла, были проведены экспресс-испытания на специальном испытательном стенде, реализующем действительные условия контакта инструмента с заготовкой при обработке.

Стенд для экспресс-испытаний СОЖ при лезвийной обработке обеспечивает возможность оценки свойств СОЖ по критерию, учитывающему производительность процесса (при сверлении или рассверливании по крутящему моменту и силе резания), качество обработанных деталей (при разворачивании по параметрам шероховатости), а также одновременно производительность про-

цесса и качество обработанных деталей (при резьбонарезании — по крутящему моменту и точности среднего диаметра резьбы).

Критерии технологической эффективности СОЖ при лезвийной обработке:

— крутящий момент $M_{кр}$, амплитуду его колебаний и составляющие силы резания P_x , P_y и P_z определяли с использованием динамометра, усилителя, осциллографа, и ЭВМ;

— износ режущего инструмента по задней поверхности I_α , м, вычисляли по формуле:

$$I_\alpha = \frac{I_{N_\alpha}}{tg\alpha}, \quad (1)$$

где I_{N_α} — средняя толщина изношенного слоя, измеренная по нормали к поверхности трения задней поверхности инструмента с помощью микроскопа, м; α — задний угол;

— износ по передней поверхности I_γ , м, вычисляли по формуле

$$I_\gamma = \frac{I_{N_\gamma}}{tg\gamma}, \quad (2)$$

где I_{N_γ} — средняя толщина изношенного слоя, измеренная по нормали к поверхности трения передней поверхности инструмента с помощью микроскопа, м; γ — передний угол,

— период стойкости режущего инструмента T , с, вычисляли по формуле

$$T = \frac{[l_{N_\alpha}]tg\alpha}{I_a v}, \quad (3)$$

где $[l_{N_\alpha}]$ — допустимый износ по задней поверхности, м; v — скорость резания, м/с; I_a — интенсивность изнашивания режущего инструмента по задней поверхности; α — задний угол, °.

Число параллельных экспериментов n вычисляли по формуле

$$n = \frac{u_\beta^2 s^2}{\varepsilon^2}, \quad (4)$$

где s^2 — выборочная дисперсия распределения измеряемого критерия;

$u_\beta = 1,96$; ε — ошибка выборочного среднего измеряемого критерия, определенная по формуле

$$\varepsilon = a\bar{x}, \quad (5)$$

где a — относительная ошибка среднего измеряемого критерия. Рекомендуется принимать $a = 0,15$ (при более точных измерениях $a = 0,25$); \bar{x} — выборочное среднее измеряемого критерия. Значения s^2 и \bar{x} вычисляли по результатам предварительных (или предыдущих) испытаний СОЖ:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m}, \quad (6)$$

где x_i — значение критерия в i -м эксперименте; m — число экспериментов при предварительных ТИ:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^m x_i^2}{m-1}. \quad (7)$$

Обработка результатов испытаний. Для каждого измеряемого критерия вычисляли:

выборочное среднее измеряемого критерия \bar{x} ,

выборочное стандартное отклонение критерия s ;

коэффициент вариации k , определяемый по формуле

$$k = s/\bar{x} \quad (8)$$

относительное максимальное отклонение, определяемое по формуле

$$\eta = \frac{|\bar{x} - x|_{\max}}{s}. \quad (9)$$

Доверительную вероятность выбирали с учетом уровня точности измерительной техники и технологической системы, используемых при испытании СОЖ. При этом уровень значимости q вычисляли по формуле

$$q = 1 - \beta, \quad (10)$$

где β — доверительная вероятность.

Если уровень точности измерительной техники не известен, то рекомендуется принимать $\beta = 0,95$. Допускается принимать $\beta = 0,9$, если по результатам оценки обнаружится необходимость большего числа испытаний.

Оценку стабильности влияния свойств СОЖ на эффективность процесса механической обработки осуществляли по критерию Фишера F , вычисляемому по формуле

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad (11)$$

где s_1^2 , s_2^2 — выборочные дисперсии сравниваемых СОЖ (в числитель подставляют большую из дисперсий).

Процесс механической обработки более стабилен при применении СОЖ, для которой значение s^2 минимально. Выбирают СОЖ с меньшим значением s^2 при прочих равных условиях. Если вычисленное значение F меньше нормированного значения F_H , то различие дисперсий считают несущественным.

Параметры f_1 и f_2 определяли по зависимостям:

$$f_1 = n_1 - 1; f_2 = n_2 - 2. \quad (12)$$

По всем оцениваемым критериям на каждом этапе испытаний в протоколы заносили значение относительного коэффициента ϕ , для каждой группы обрабатываемости материалов заготовок, вычисляемое по формуле

$$\phi_i = \frac{K_{И}}{K_{э(б)}}, \quad (13)$$

где $K_{э(б)}$, $K_{И}$ — значения i -го критерия технологической эффективности (например, периода стойкости инструмента, составляющей силы резания, параметра шероховатости и др.) соответственно для эталонной или базовой и испытуемой СОЖ.

Заклучение о технологической эффективности принимали на основе логического сопоставления различных критериев эффективности СОЖ с использованием показателей, определяющих производительность и себестоимость операций механической обработки заготовок.

По результатам проведённых анализов установлено, что предлагаемый состав эмульсии, способен решить поставленные задачи по улучшению антибактериальных и антикоррозионных свойств.

По результатам проведённых анализов установлено, что предлагаемый состав эмульсии, способен решить поставленные задачи по улучшению антибактериальных и антикоррозионных свойств.

Литература:

1. Бердичевский Е.Г. Смазочно-охлаждающие средства для обработки металлов. Справочник. — М.: Машиностроение, 1984. — 224 с.
2. Школьников В.М., Кузнецов Н.А. Масла, вырабатываемые предприятиями Миннефтехимпрома СССР. Каталог — справочник. — М.: ЦНИИТЭ нефт.хим, 1986. — 431 с.
3. Энтелис С.Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием. Справочник. — М.: Машиностроение, 1995. — 496 с.

Анализ фрактальной размерности профиля шероховатости выглаженной поверхности

Овсянников Виктор Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент;
Терещенко Владимир Юрьевич, аспирант
Курганский государственный университет

Данная работа посвящена исследованию фрактальных свойств профиля шероховатости поверхностей, обрабатываемых выглаживанием с жестким закреплением индентора. В статье изложены результаты разработки метода определения фрактальной размерности посредством вычисления нормированного размаха и приведены результаты анализа профилограмм.

Шероховатость обработанной поверхности является одним из важнейших факторов, которые определяют качество обработки и оказывают влияние на эксплуатационные свойства деталей и узлов. Профиль шероховатости поверхности имеет сложную структуру и до сих пор не создано системы параметров, которые бы в полной степени отражали его строение и свойства. Данная проблема усугубляется в том случае, когда возникает необходимость построения математической модели профиля шероховатости поверхности.

Эффективным решением может являться использование аппарата фрактальной геометрии, который позволяет выявлять структурные особенности объектов с различной природой. Одним из центральных понятий фрактальной геометрии является размерность, которая является мерой самоподобия объекта. Существует несколько методов определения данной величины [1,4,5]: определение фрактальной размерности геометрическим методом, при помощи спектра мощности, методом нор-

мированного размаха, методом максимумов модулей вейвлет-преобразования. В работах [3,6] на примере анализа фрактальной размерности профилей поверхностей, обработанных точением, было установлено, что наибольшей точности определения фрактальной размерности можно добиться при использовании метода нормированного размаха. В работах [2,3] было показано, что профили шероховатости при точении и выглаживании имеют схожую структуру, поэтому для анализа профилограмм выглаженных поверхностей также будем использовать данный метод.

Суть метода определения фрактальной размерности методом нормированного размаха состоит в следующем:

1. Вычисляются отклонения от среднего значения:

$$X_{i,N} = \sum_{u=1}^t (x_u - M_N),$$

где u — длина периода, которая варьируется от 3 до N ; N — длина временного ряда; t — переменная, меняющаяся

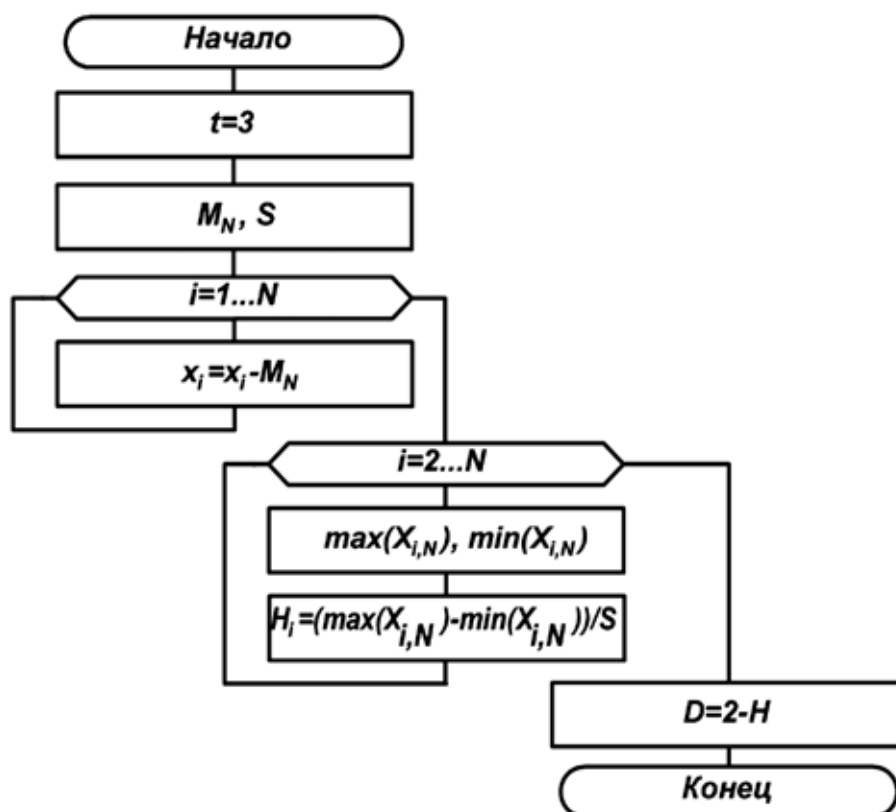


Рис. 1. Алгоритм определения показателя Херста

свое значение от 1 до $N-1$; x_i — конкретный элемент временного ряда; M_N — среднее значение N элементов временного ряда.

2. На каждой итерации получается $N-1$ значений $X_{i,N}$, которые используются для определения размаха:

$$R_t = \text{Max}(X_{t,N}) - \text{Min}(X_{t,N})$$

3. Производится нормирование размаха посредством деления его на стандартное отклонение N значений временного ряда:

$$H_t = R_t / S$$

Стандартное отклонение вычисляется по N значениям временного ряда:

$$S = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N (x_i - M_N)^2$$

4. Логарифмируются значения R/S и N и строится график функции:

$$\log\left(\frac{R}{S}\right) = f(\log(N))$$

5. По графику функции определяется угол наклона путем линейной аппроксимации методом наименьших квадратов. Тангенс этого угла и является показателем Херста.

Графически алгоритм определения показателя Херста представлен на рис. 1.

Данный алгоритм был реализован в программной среде Borland Delphi 7.0, в которой была написана компьютерная программа «Определение фрактальной размерности временного ряда при помощи показателя Херста v1.0» [7].

Результат вычисления фрактальной размерности представлен на рис. 2.

Зависимость фрактальной размерности D от показателя Херста H имеет следующий вид:

$$D = D_T - H,$$

где $D_T = 2$ — Евклидова (топологическая) размерность объекта.

При помощи разработанного программного обеспечения было проанализировано более 200 профилограмм поверхностей, обработанных выглаживанием с жестким закреплением индектора, пример профилограммы приведен на рис. 3:

В результате вычислений и последующего анализа результатов было установлено, что величина фрактальной размерности лежит в пределах $D_H = 1.6...1.8$, что говорит о существенной изрезанности профиля выглаженной поверхности. Кроме того, проведенные исследования показали, что корреляция между величиной фрактальной размерности и параметрами шероховатости по ГОСТ 2789–83 (R_a , R_z , R_{max} и т.д.) лежит в пределах $0.75...0.9$.

Заключение. Проведенные исследования показали, что величину фрактальной размерности можно исполь-

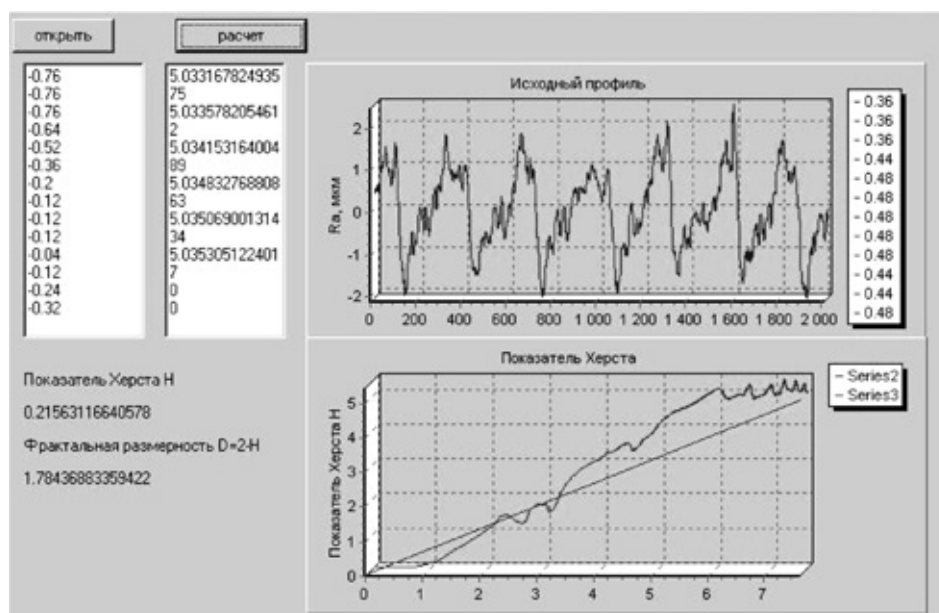


Рис. 2. Определение фрактальной размерности при помощи показателя Херста

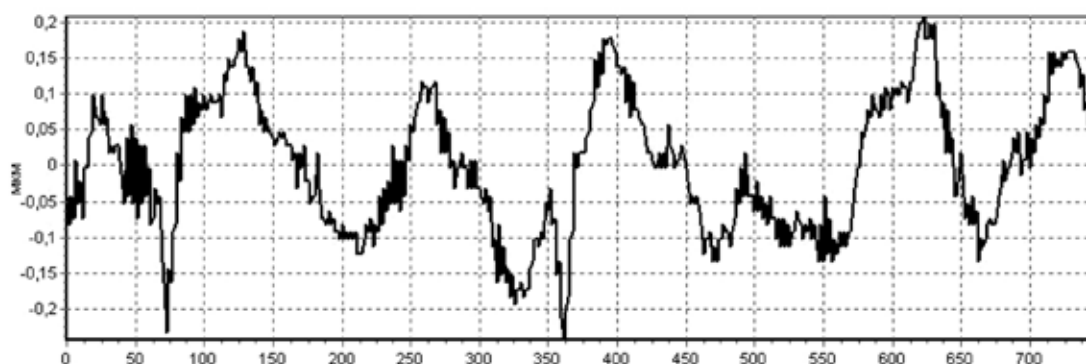


Рис. 3. Профилограмма выглаженной поверхности

зовать в качестве характеристики шероховатости поверхности, т.к. коэффициент корреляции между ней и параметрами по ГОСТ 2789–83 превышает 0.7, и данная

величина более адекватно отражает изменения в структуре профиля, т.к. она связана со степенью его изрезанности.

Литература:

1. Кроновер Р.М. Фракталы и Хаос в динамических системах: Основы теории. — М.: Постмаркет, 2000. -352 с.
2. Овсянников В.Е., Губанов В.Ф. Марфицын В.В. Инновации при выглаживании с жестким закреплением индентора: Монография. — Lambert academic publishing, Germany, Saabrucken, 2012. — 224 с.
3. Овсянников В.Е., Остапчук А.К. Научные основы обеспечения шероховатости поверхности на базе анализа случайных процессов: монография. — Курган, изд-во Курганского гос. ун-та, 2012. — 252 с.
4. Овсянников В.Е., Симонов А.М., Остапчук А.К. Основы обеспечения качества поверхности деталей машин с использованием динамического мониторинга: монография. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2010. — 118 с.
5. Овсянников В.Е., Остапчук А.К. Применение теории фракталов в математическом моделировании и технике: учебное пособие. — Курган Изд-во Курганского гос. ун-та, 2009. — 64 с.
6. Овсянников В.Е., Остапчук А.К. Управление формированием шероховатости поверхности при обработке на токарных станках с ЧПУ: монография. — Lambert academic publishing, Germany, Saabrucken, 2011. — 218 с.

7. «Определение фрактальной размерности временного ряда при помощи показателя Херста v1.0»: свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 11373 / А.К. Остапчук, В.Е. Овсянников, Е.Ю. Рогов. — № 50200801858; заявл. 11.09.2008; опубл. 11.09.2008; Инновации в науке и образовании № 9 (44). 6 с.

Разработка дренажной модели профиля с механизацией для автоматизированного эксперимента в аэродинамической трубе

Хоробрых Михаил Александрович, студент;
Фролов Владимир Алексеевич, кандидат технических наук, доцент
Самарский государственный аэрокосмический университет им. ак. С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

Цель и задачи научной работы:

Целью исследований является автоматизация эксперимента, экспериментальное и расчётное определение величины подъёмной силы, силы лобового сопротивления и отрывной зоны при обтекании профиля с вращающимся цилиндром и выдувом воздуха. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Проектирование в программном пакете SolidWorks модели дренированного профиля крыла;
2. Выполнен расчёт обтекания профиля при помощи пакета газодинамического анализа Flow Simulation, являющегося составной частью пакета SolidWorks [1], который основывается на методе конечных элементов. Применение этого пакета позволяет достаточно точно получать основные характеристики профиля: C_x , C_y и др., а также визуализировать картину обтекания профиля;
3. Изготовление модели дренированного профиля крыла по математической модели с помощью технологии быстрого прототипирования (Rapid Prototyping) или как её ещё называют — 3D-печать;
4. Вывод дренажных трубочек и подготовка модели к эксперименту;
5. Автоматизация эксперимента;
6. Экспериментальное исследование обтекания модели профиля в аэродинамической трубе.

Достигнутые научные и (или) научно-технические результаты:

Экспериментальная модель профиля с отклоненным закрылком и вращающимся цилиндром с выдувом струи через щель цилиндра, спроектирована таким образом, что позволяет провести автоматизированный эксперимент. Под автоматизированным экспериментом предполагается автоматическое изменение углов атаки модели и закрылка, снятие показаний дифференциального электронного манометра в автоматическом режиме. На рисунке 1 приведена схема проведения автоматизированного эксперимента.

До недавнего времени процесс проектирования и изготовления аэродинамических моделей занимал до нескольких недель, а порой и месяцев. Процесс изготовления аэродинамических моделей во многом совпадает

с более общим процессом, имеющим место в промышленности, который имеет название «прототипирование». Процесс прототипирования это создание объектов по их компьютерной 3D-модели. Сфера разработки и изготовления макетов находится в постоянном развитии, что способствует появлению новых инструментов и приёмов.

Пожалуй, самым ярким примером такого развития является технология быстрого прототипирования (Rapid Prototyping) или как её ещё называют — 3D-печать. С помощью 3D-принтеров можно в кратчайшие сроки создать образцы практически любых объектов, в том числе макеты зданий, промышленных конструкций, элементов сложных механизмов и многое другое.

Достигается это за счёт так называемого процесса «наращивания» объекта с использованием специальных компонентов по заранее подготовленной компьютерной 3D-модели.

В работе впервые на кафедре аэрогидродинамики СГАУ описывается применение технологии 3D-печати, для изготовления дренажной модели профиля крыла с механизацией. Данный метод изготовления моделей является более быстрым, точным и недорогим по сравнению с традиционным методом изготовления аэродинамических моделей.

На рис. 2 представлена 3D-модель спроектированная с помощью программного пакета SolidWorks, а на рис. 3 — физическая модель «выращенная» с помощью 3D-принтера Spectrum ZTM510 [2] от фирмы производителя Z Corporation (рис. 4).

3D-принтеры компании Z Corporation отличаются от конкурентных мировых аналогов высокой производительностью, хорошей цветопередачей и наименьшей стоимостью изготовления прототипов.

Актуальность работы заключается в том, что с помощью вращающегося цилиндра и выдува струи воздуха, возможно, улучшить аэродинамику летательного аппарата или транспортного средства, тем самым уменьшить потребление энергии (керосина, бензина).

Ниже приводятся основные характеристики 3D-принтера Spectrum ZTM510:

- скорость печати: 2 слоя в минуту;

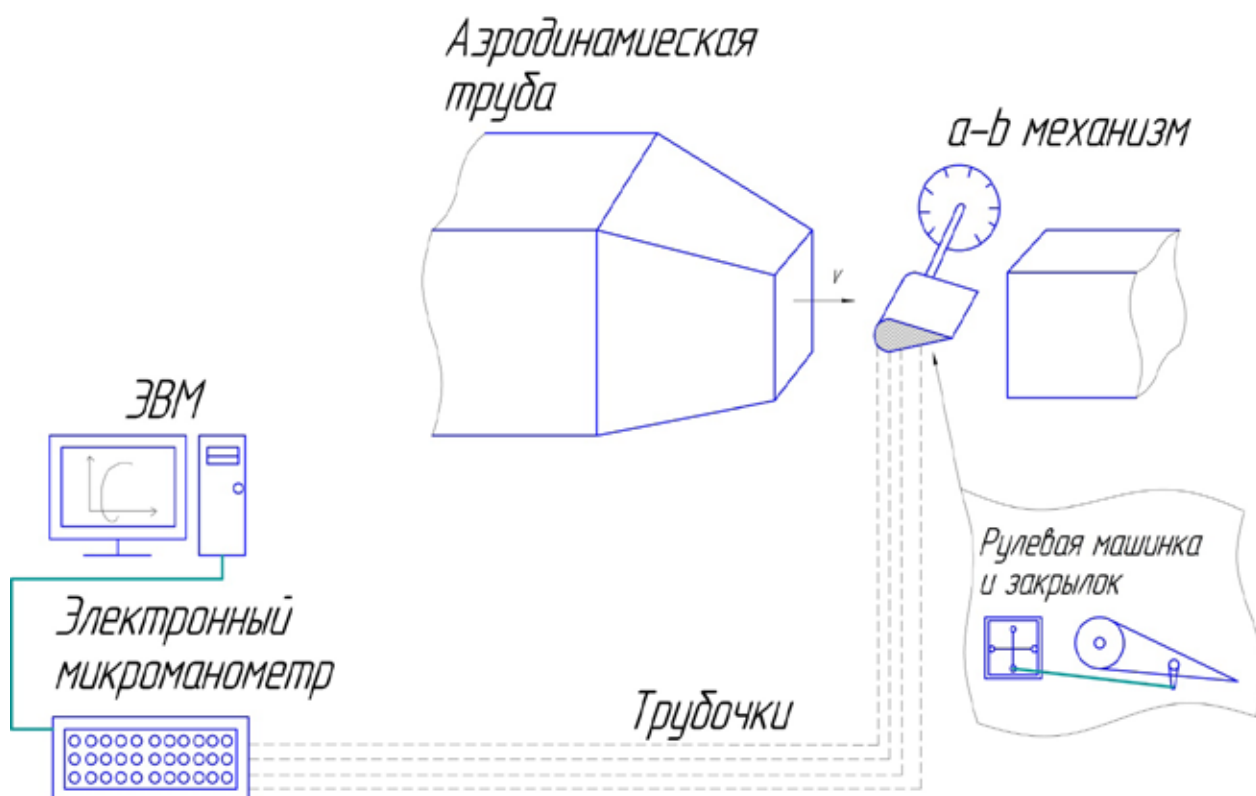


Рис. 1. Схема проведения автоматизированного эксперимента

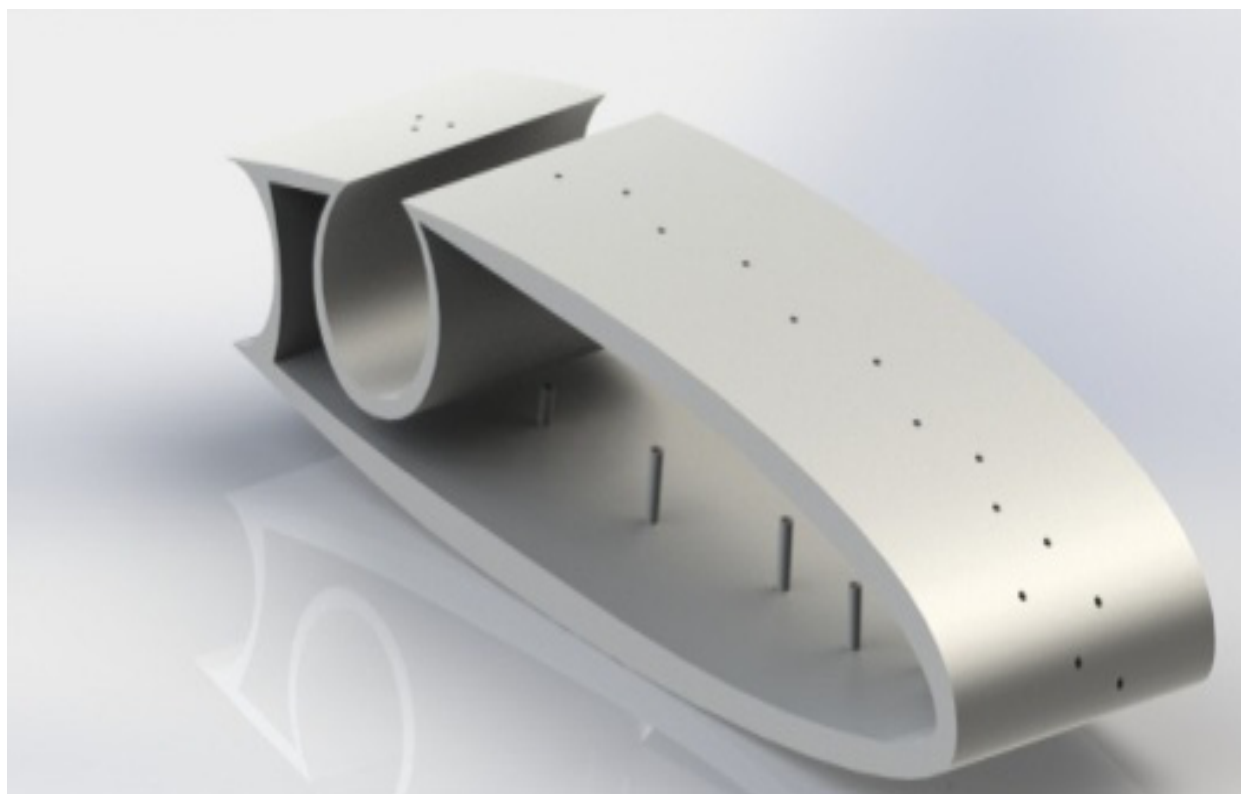


Рис. 2. 3D-модель профиля

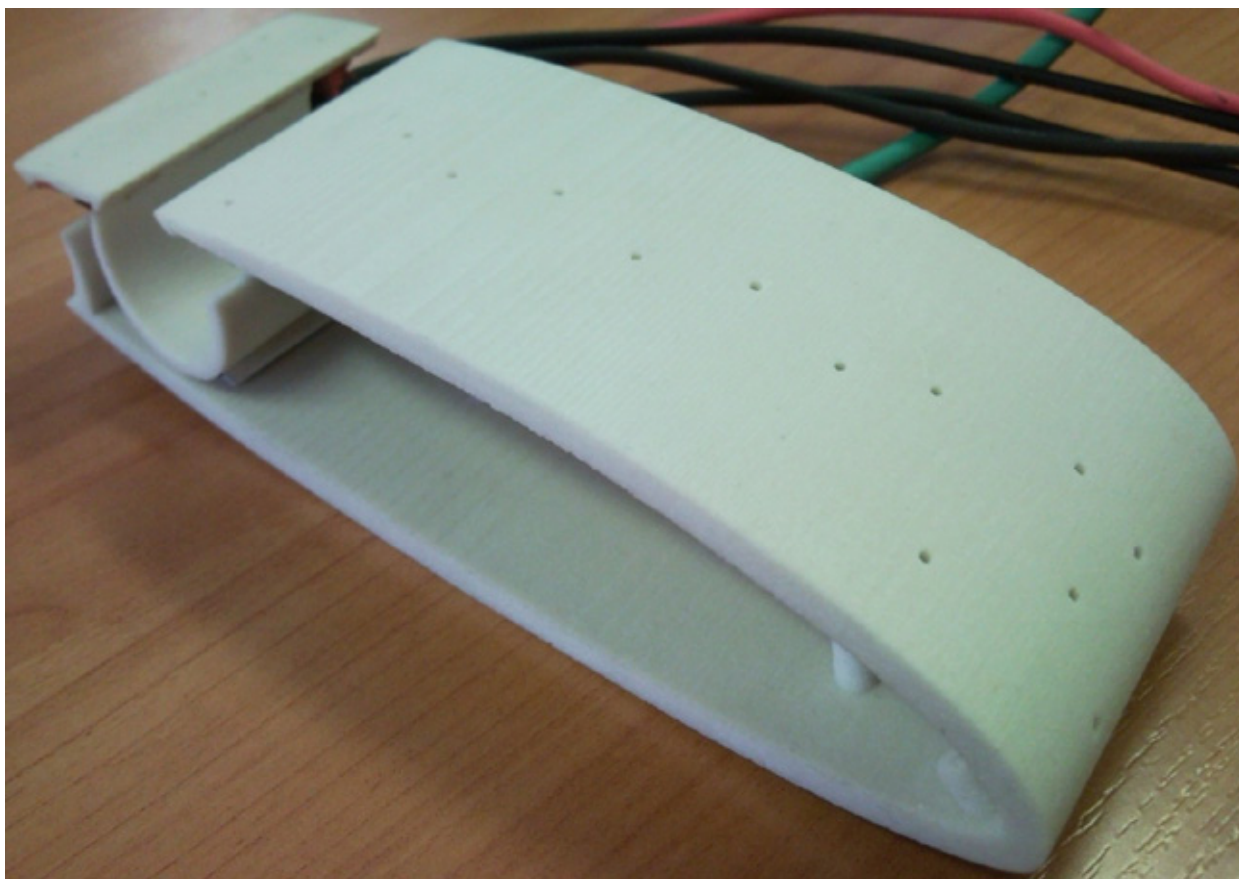


Рис. 3. Физическая модель «выращенная» с помощью 3D-принтера



Рис. 4. 3D-принтеры компании Z Corporation.

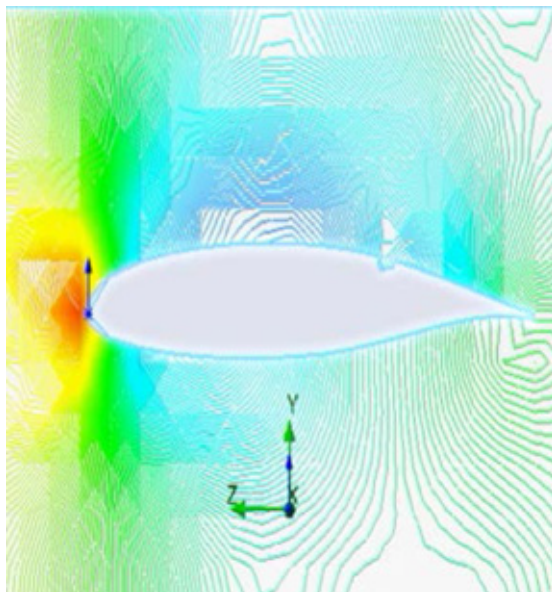


Рис. 5. Картина распределения давления

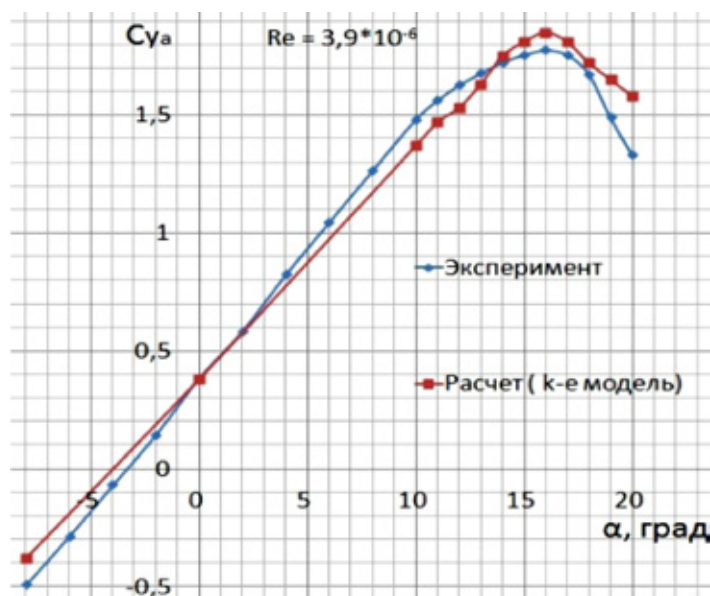


Рис. 6. Экспериментальные результаты сравнения результатов математического моделирования

- размеры рабочей части: 254×356×203мм;
- толщина одного слоя: 0,0875 мм;
- разрешение печати: 600×540 dpi;
- количество печатающих головок: 4.

Возможные материалы: высококачественные композитные материалы, материалы для непрерывного литья, стандартным материалом является порошок на основе гипса.

Для подсчёта стоимости будущего изделия учитывается не габаритный, а только полезный объём 3D-модели. Изделия проектируются пустотелыми для экономии используемого материала и уменьшения полезного объёма модели. Примерная стоимость рассчитывается исходя из

1см³ = 40 руб., в зависимости от сложности 3D-модели и её размеров.

На протяжении исследования были применены следующие методы:

1. Применение программного пакета SolidWorks;
2. Современный метод прототипирования — 3D-печать.

В дальнейшем будут применяться программные продукты для написания кода для проведения автоматизированного эксперимента в аэродинамической трубе и будет применен метод Particle Image Velocimetry (PIV) [2]. PIV — это бесконтактный метод визуализации изменения скорости потока.

На рис. 6 показано сравнение результатов математи-

ческого моделирования расчёта аэродинамических характеристик профиля в вычислительном пакете SolidWorks Flow Simulation с экспериментальными результатами [3]. Расчёты выполнены на персональном компьютере с процессором Intel Core i5, 2.3 ГГц, ОЗУ 4 Гб с общим количеством расчётных ячеек 941364. Время расчёта одного угла атаки составило примерно 45 минут.

На рис. 6 показано хорошее согласование расчётных и экспериментальных данных для коэффициента подъемной силы профиля GA (W)-1 без закрылка. Незначительное расхождение между экспериментальными и расчётными данными наблюдается только на углах атаки близких к критическим. Можно отметить, что оценка среднего квадратического отклонения в диапазоне углов атаки от -7 до $+10$ градусов составляет 2 %, а во всем диапазоне углов атаки, показанном на рис. 6, эта же величина равна 4 %.

Таким образом, математическое моделирование в вычислительном пакете SolidWorks Flow Simulation при использовании модели турбулентности даёт хорошо согласованный результат с экспериментом.

Выполненная работа по проектированию и изготовлению дренажной модели аэродинамического профиля с механизацией позволяет сделать вывод о больших преимуществах использования новых технологий на основе применения 3D-принтеров для создания новых аэродинамических моделей. У экспериментатора появилась возможность в кратчайшие сроки спроектировать и изготовить аэродинамическую модель практически неограниченной сложности. Практически отпадает необходимость в использовании труда высококвалифицированных и высокооплачиваемых модельщиков.

Литература:

1. Прохоренко В.П. SolidWorks. Практическое руководство. — М.: Бином, 2004. — 289 с.
2. Д.М. Маркович, М.П. Токарев Алгоритмы реконструкции трехкомпонентного поля скорости в методе Stereo PIV Вычислительные методы и программирование 2008 Т.9. с311—326.
3. Кашафутдинов С.Т., Лушин В.Н. Атлас аэродинамических характеристик крыловых профилей. — М.: Сибирский научно-исследовательский институт авиации им. С.А. Чаплыгина, 1994. — 74 с.

8. СТРОИТЕЛЬСТВО

К вопросу о степени спекания легкоплавких глин различного химико-минералогического состава

Колпаков Александр Викторович, аспирант;
Куликов Владимир Александрович, аспирант;
Абдрахимов Владимир Закирович, доктор технических наук, профессор
Самарская академия государственного и муниципального управления

Исследовано влияние соотношения гидрослюда/монтмориллонит на спекание гидрослюдистых и полиминеральных Самарских легкоплавких глин. Установлено, что оптимальное значения соотношения гидрослюда/монтмориллонит = 1,57,4,3 при 1100°C способствует спеканию керамических образцов.

Ключевые слова: гидрослюда, каолинит, монтмориллонит, легкоплавкие глины, спекаемость, степень спекания, химико-минералогический состав.

Спекание — сложный физико-химический процесс, происходящий при высоких температурах в смесях кристаллических тел или порошковых прессовках. При спекании происходит уплотнение и упрочнение тел или прессовок, внешне проявляющееся главным образом в изменении объема, увеличении плотности и уменьшении массы. Основные идеи, определяющие направление многих исследований в области физики спекания получили теоретическое и практическое освещение. Спекание исходных материалов при получении керамики происходит в твердой фазе. В настоящее время не существует исчерпывающей и законченной теории спекания керамических материалов, учитывающей комплексное влияние всех относящихся сюда факторов: рекристаллизации, роли жидкой фазы, действия примесей, термодинамических условий и т.д. Отмеченные три возможных механизма спекания, вернее, усадки: объемное диффузионное течение, поверхностная диффузия, пластическое течение, дискутируются и по сей день. Спекание окислов в твердой фазе начинает развиваться тогда, когда подвижность ионов при нагревании значительно интенсифицирует процессы диффузии, обуславливающие «обмен местами» между ионами или просто перемещение ионов (или вакансий) из одного положения в кристаллической решетке в другое. Процессы свидетельствуют о важной роли энергетических факторов в развитии спекания.

Исследование глин многочисленных месторождений показало, что их спекаемость определяется химико-минералогическим составом [1]. При производстве керамических изделий необходимо использовать хорошо спекающиеся глины (водопоглощение < 5%).

В большинстве областей Поволжья отсутствуют или ограничены месторождения хорошо спекающихся легко-

плавких глин. Перевод производства керамических материалов Самарской области на современную полностью автоматизированную и механизированную технологию потребует применения местных неспекающихся глин.

В работах [1–2] было показано, что спекание каолинито-монтмориллонитовых глин зависит от соотношения каолинит/монтмориллонит. При этом было показано, что наилучшая спекаемость отмечается у глин, соотношение указанных компонентов которых составляет от 4 до 7 [2]. Но до настоящего времени не была исследована зависимость спекания гидрослюдисто-монтмориллонитовых глин от соотношения гидрослюда/монтмориллонит (г/м). Учитывая, что в самарских легкоплавких глинах глинистый минерал в основном представлен гидрослюдой, исследование спекания смесей гидрослюдистых и монтмориллонитосодержащих глин и разработка на этой основе низкотемпературных масс представляет интерес.

Изучение степени спекания проводилось на четырех наиболее представительных Самарских легкоплавких глинах, на которых работают керамические заводы. Химико-минералогические составы и технологические свойства исследуемых Самарских легкоплавких глин приведены в таблицах 1–3.

Как видно из таблицы 3, для проведения исследований было взято две глины спекающиеся и три — не спекающиеся. При соотношении г/м от 2,3–4,3 глины спекаются, а при значениях г/м менее 0,1–0,24 — не спекаются.

Для анализа размера частиц исследуемых легкоплавких глин был проведен металлографический анализ на микроскопе МИН-8М при увеличении в 200 раз (X200). Частицы глины растворялись в спирте, наносились на стекло и фотографировались с помощью фотоаппарата. Для того чтобы точно определить размеры

Таблица 1

Химические составы глинистых материалов

Глинистые материалы месторождений	Содержание оксидов, мас. %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	R ₂ O	SO ₃	П.п.п.
Кротовского	56,2	14,2	9,17	1,25	9,92	2,3	0,3	7,4
Образцовского	62,13	13,25	2,0	1,32	5,72	1,5	1,01	8,8
Воздвиженского	58,38	14,63	4,35	1,92	7,52	3,23	2,01	7,64
Смышляевского	58,89	13,43	4,8	2,7	7,2	2,0	0,05	7,8

Таблица 2

Минералогический состав глинистых материалов

Глинистые материалы месторождений	Содержание минералов, мас. %						
	Гидрослюда	Кварц	Гипс	Полевой шпат	Каолинит	Монтмориллонит	Оксиды железа
Кротовского	28	25	8	15	5	12	7
Воздвиженского	37	30	3	15	—	9	6
Образцовского	10	25	3	8	5	45	4
Смышляевского	5	25	3	10	—	52	5

Таблица 3

Технологические свойства глинистых материалов

Глинистые материалы месторождений	Число пластичности	Содержание глинистых частиц (размером менее 0,005 мм)	Огнеупорность, °С	г/м	По спекаемости
Кротовского	15–20	30–50	1180–1200	2,3	Спекается
Воздвиженского	12–15	20–40	1150–1200	4,3	Спекается
Образцовского	15–24	40–55	1320–1350	0,24	Не спекается
Смышляевского	25–55	55–65	1150–1200	0,1	Не спекается

Таблица 4

Составы керамических масс, соотношение г/м и усредненное водопоглощение

Глинистые материалы месторождений	Содержание компонентов, мас. %					
	1	2	3	4	5	6
Кротовского	90	80				
Воздвиженского			90	80		
Образцовского					90	80
Смышляевского	10	20	10	20	10	20
Водопоглощение, %	4,8	5,3	4,5	4,7	5,8	6,2
Соотношение г/м	1,57	1,17	2,5	1,77	0,20	0,18

частиц, было заснято несколько участков объекта. Используя шкалу объект микрометра (1 деление = 0,01 мм), в сфотографированной глине можно определить средний размер частиц глины. Средний размер частиц — 0,001–0,01 мм (1–10 мкм, рисунок 1).

Как видно из рисунка 1 (б и в) наиболее мелкие глинистые частицы имеют глины Образцовского и Смышляевского месторождений, что должно способствовать спеканию, но данные таблицы 3 показывают обратное.

Изучение степени спекания при обжиге смесей, приведенных в таблице 4, проводили на плитках размером 100x100x10 мм, изготовленных методом пластического формования. Высушенные образцы-плитки до влажности 5–6% обжигали в лабораторной печи при температуре 1100°C с интервалом 50°C. Изотермическая выдержка при максимальной температуре — 30 мин.

На рисунке 2 показано влияние соотношения г/м на водопоглощение. Как видно из рисунка 2 при увеличении

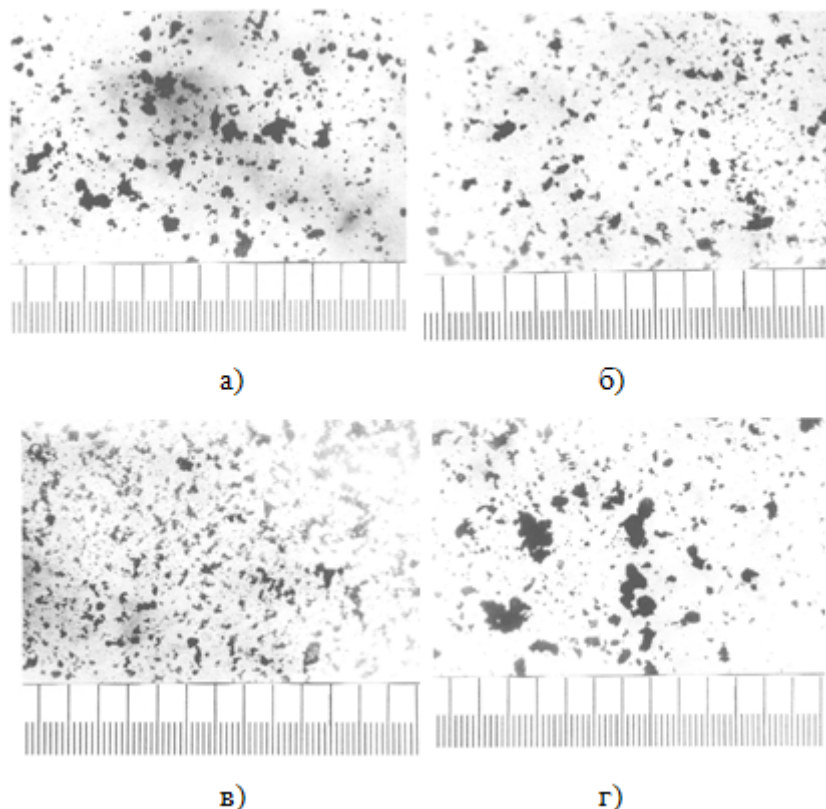


Рис. 1. Металлографический анализ исследуемых легкоплавких глин:
а) кротовской; б) образцовской; в) смышляевской; г) воздвиженской

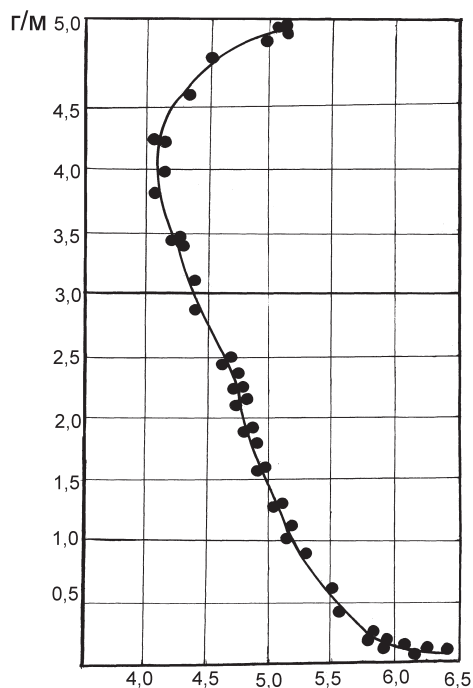


Рис. 2. Зависимость водопоглощения
керамических смесей от соотношения г/м

соотношения г/м до 4,3 водопоглощение заметно снижается от 6,4 до 4,1 %. Дальнейшее увеличение приводит к заметному повышению водопоглощения. Наименьшее водопоглощение (4,1 %) образцы имеют при г/м=4,3 (воздвиженская глина=100 %, таблица 3).

Добавка в неспекающиеся глины Воздвиженского месторождения 10–20 % глины Смышляевского месторождения способствует спеканию образцов до 4,5–4,7 (таблица 4, состав 3–4, рисунок 2). Образцы из глины Кротовского месторождения перестают спекаться при добавлении к ней 20 % глины Смышляевского месторождения (табл. 4, состав 2, рисунок 2).

Введение Смышляевской монтмориллонитовой глины в полиминеральную глину Образцовского месторождения, как показали исследования, оказывает заметное положительное влияние на спекание образцов при температуре обжига 1100°C (таблица 4, состав 3–4, рисунок 2).

Таким образом, исследование влияния соотношения гидрослюда/монтмориллонит на спекание гидрослюдистых и полиминеральных Самарских легкоплавких глин показало, что оптимальное количество соотношения гидрослюда/монтмориллонит = 1,57÷4,3 при 1100°C способствует спеканию керамических образцов.

Литература:

1. Абдрахимов, Д.В. Степень спекания глинистых материалов / Д.В. Абдрахимов, Е.С. Абдрахимова, В.З. Абдрахимов // Стекло и керамика. — 1999. — №6. — С. 25–27.

2. Шаламова, И.В. Исследование спекания смесей каолининовой глины — бентонит и разработка на этой основе низкотемпературных плиточных масс / И.В. Шаламова, В.Ф. Павлов // Тр. ин-та НИИстройкерамики. — 1980. — Вып. 40. — С. 16—26.

Исследование напряженного состояния гофрированной стенки в местах, расположенных под сосредоточенными силами

Лукин Алексей Олегович, ассистент

Самарский государственный архитектурно-строительный университет

Изучением особенностей работы балок с гофрированной стенкой (БГС) занимались многие отечественные и зарубежные ученые. В Казахском отделении ЦНИИметаллоконструкции теоретическим и экспериментальным путем получены результаты напряженного состояния гофрированной стенки (треугольный профиль) двутавровой балки в зоне действия сосредоточенных сил с различными вариантами приложения по отношению к стенке [1]. В работе [2] проведены экспериментальные исследования БГС (волнистый профиль) из алюминиевых сплавов с нагрузкой, приложенной с эксцентриситетом в пределах высоты гофров. Напряженно-деформированное состояние стенки гофрированной балки, в особенности для волнистого профиля, при действии сосредоточенных сил в плоскости оси стенки и с эксцентриситетом требует дополнительного изучения.

Оценить степень влияния приложения сосредоточенной нагрузки на работоспособность стенки балки можно в процессе численного эксперимента на основе метода конечных элементов (МКЭ). Для этого рассматривались две балки (с плоской и гофрированной стенкой) с одинаковыми размерами поперечного сечения, геометрическими характеристиками и условиями нагружения.

Расчетная схема принята в виде двухопорной шарнирной балки (рис. 1, а). С целью исключения значительных локальных напряжений на опоре шарнирное закрепление выполнено через опорное ребро (рис. 1, б). Длина балки $L = 6$ м.

Для расчета принято двутавровое сечение балки (рис. 1):

— геометрические размеры сечения: $h_w = 500$ мм; $t_w = 2,5$ мм; $b_f = 200$ мм; $t_f = 6$ мм;

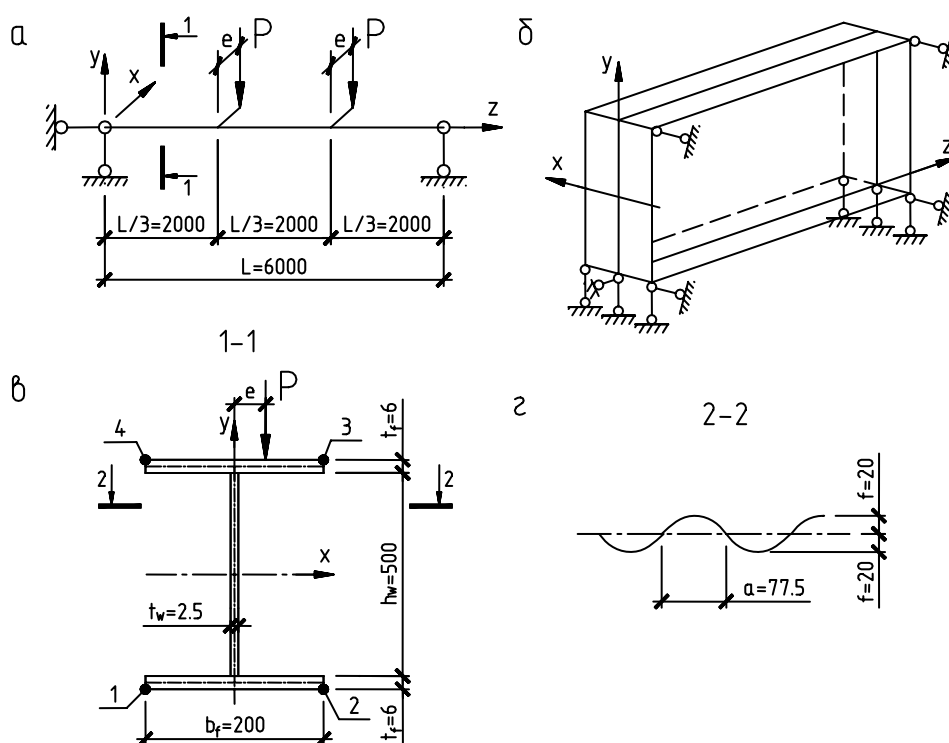


Рис. 1. Расчетная схема и геометрия сечения

а – расчетная схема; б – модель шарнирного закрепления; в – характерные точки; г – профиль стенки

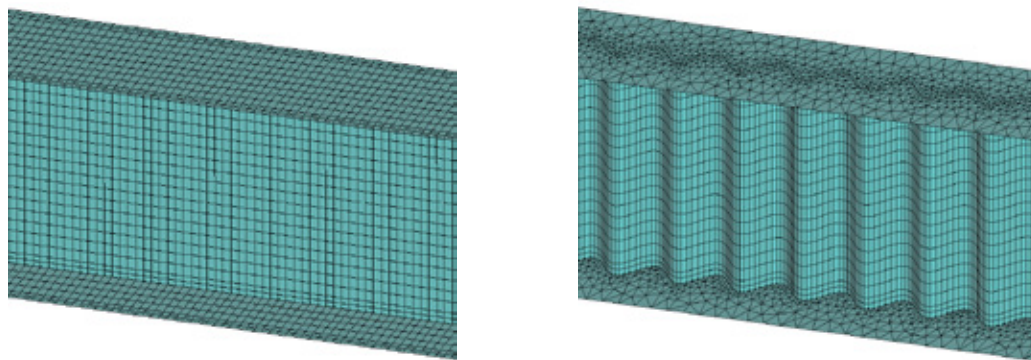


Рис. 2. Конечно-элементные модели балок

— параметры гофров для гофрированной балки: профиль волнистый; $a = 77,5$ мм; $f = 20$ мм;

— предельная нагрузка из условия прочности на изгиб — $P_1 = 3 \cdot A_f \cdot (h_w + t_f) \cdot R_{yf} / L = 72,8$ кН;

Балка загружена двумя вертикальными сосредоточенными силами, приложенными в $1/3$ пролета, с целью создания участка чистого изгиба (рис. 1, а). Нагрузка принята так, чтобы недонапряжение полок при изгибе составляло 10%: $P \approx 0,9 \cdot P_1 = 65$ кН. Часто несущая способность балки характеризуется локальными напряжениями в стенке под сосредоточенной силой. Поскольку напряженное состояние гофрированной стенки в значительной степени зависит от ширины участка, через который передается сосредоточенная нагрузка, то ширина участка была принята 100 мм, что соответствует ширине полки прогона. Предельная нагрузка из условия про-

чности стенки под сосредоточенной силой при ширине участка в 100 мм равна $P_2 = 69,9$ кН [3], тогда принятая нагрузка составляет $P \approx 0,93 \cdot P_2$.

Авторами были созданы расчетные модели для исследования по МКЭ и проведен ряд численных экспериментов с использованием вычислительного комплекса «Лира». Расчетная модель основана на использовании треугольных и четырехугольных конечных элементов (КЭ) универсального оболочечного типа, имеющих шесть степеней свободы. Триангуляция сетки КЭ предварительно производилась в предпроцессоре GMSH с применением разработанной программы «Gofo V.1» [4]. Длина стороны КЭ составляет примерно 20–25 мм. В месте крепления стенки к полкам сеть КЭ сгущалась, что примерно составляло длину стороны КЭ — 10 мм (рис. 2). Расчет велся в упругой стадии.

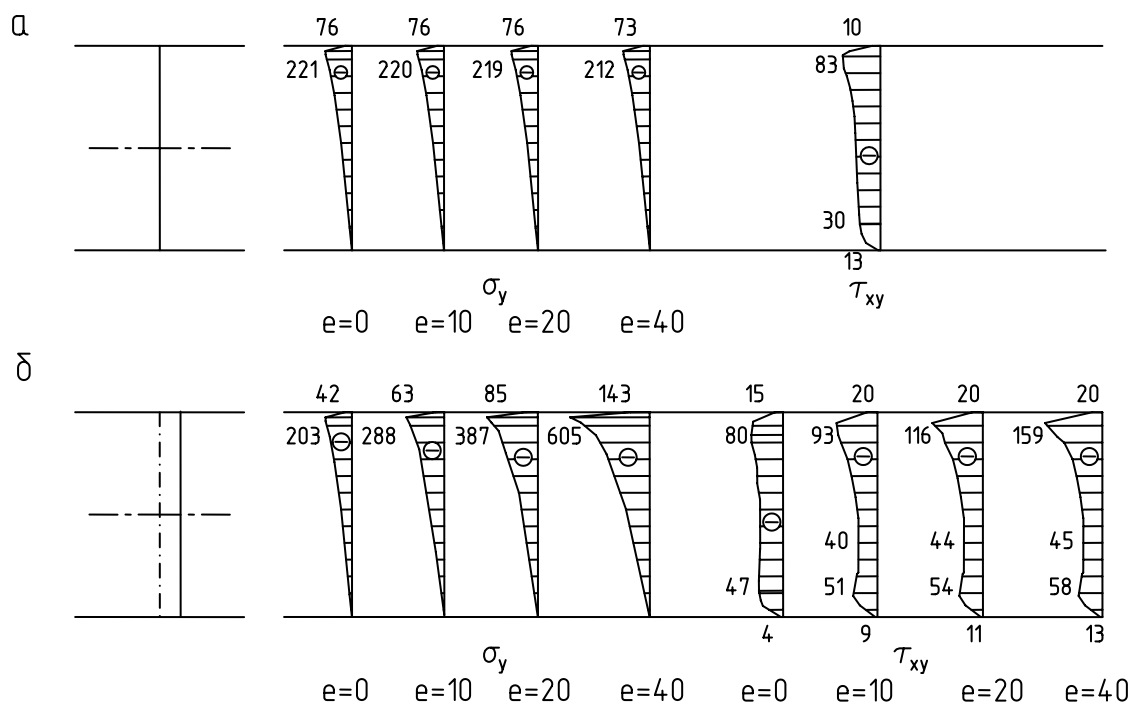


Рис. 3. Эпюры напряжений в стенке под сосредоточенной силой:
а – балка со сплошной стенкой; б – балка с гофрированной стенкой

Для анализа работы балок было принято четыре разных эксцентриситета:

- 0 мм — соответствует осевой нагрузке;
- 10 мм — соответствует нагрузке в пределах высоты гофра;
- 20 мм — соответствует нагрузке на высоте гофра;
- 40 мм — соответствует нагрузке за пределами высоты гофра.

Напряженное состояние под сосредоточенной силой оценивалось по нормальным и по касательным напряжениям.

При расчете были определены локальные нормальные и касательные напряжения под сосредоточенной силой. В плоской стенке локальные нормальные напряжения изменяются незначительно, а касательные напряжения не изменяются с появлением эксцентриситета нагрузки (рис. 3,а). Нормальные локальные напряжения в гофрированной стенке возрастают на 41% при эксцентриситете 10 мм, что ведет к исчерпанию несущей способности балки в результате потери устойчивости стенки.

Касательные локальные напряжения увеличиваются на 16% при смещении нагрузки на 10 мм. В этом случае

в поясной зоне гофрированной стенке будут действовать дополнительно касательные напряжения, которые необходимо учитывать при расчете сварных швов (рис. 3,б).

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

- нормальные локальные напряжения в гофрированной стенке значительно возрастают при внецентренном приложении сосредоточенной нагрузки, поэтому во избежание потери устойчивости стенки следует ограничить величину эксцентриситета, либо усилить стенку в местах приложения сосредоточенных сил;
- нормальные и касательные локальные напряжения, возникающие под сосредоточенной силой, необходимо учитывать при расчете сварных швов соединения гофрированной стенки с полкой.

Выполненные исследования показывают, что существует необходимость уточнения методики расчета сварных швов для БГС, расчета устойчивости стенки при действии локальных нагрузок, а также разработки конструктивных решений по обеспечению местной устойчивости гофрированной стенки под сосредоточенной силой.

Литература:

1. Барановская, С.Г. Прочность и устойчивость гофрированной стенки стальной двутавровой балки в зоне приложения сосредоточенных сил: Автореферат дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 1990. 18 с.
2. Степаненко, А.Н. Испытание алюминиевых балок с гофрированной стенкой [Текст] / А.Н. Степаненко // Изв. вузов. Строительство и архитектура. — 1970. — № 1. — с. 31–35.
3. ТУ 5261–001–01131690–2006. Балки стальные сварные сплошного двутаврового поперечного сечения с гофрированной стенкой Sin-beam для несущих каркасов и перекрытий здания и сооружений [Текст] / ОАО Аэропортстрой. — 2006. — 42 с.
4. Лукин А.О. Автоматизированное моделирование балок с гофрированной стенкой [Текст] / А.О. Лукин // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Материалы 69-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2011 года. — Самара, 2012. — Ч. II. — с. 363–364.

Организационное управление эффективностью качества реализации жилых объектов

Любич Инна Владимировна, аспирант;

Герасимов Виталий Владимирович, доктор технических наук, профессор

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

В статье предложена методика управления эффективностью качества эксплуатации жилых объектов и представлен модельный комплекс для решения проблемы реализации эксплуатационного периода.

Темпы строительства и ввод объектов в эксплуатацию нового жилья не обеспечивают в обозримой перспективе необходимого для достижения целей реформирования объема вывода и замещения ветхого и аварийного жилья новым. Очевидно, что ситуация в целом по отрасли не изменяется, а если и изменяется по отдельным категориям, то медленными темпами. Износ жилого фонда

и коммунальной инфраструктуры превышает все допустимые пределы и нуждается в обновлениях. Речь уже идет не о «морально» устаревших конструкциях и оборудовании, а об их непригодности. [1] Следовательно, можно выделить целые группы инженерных проблем, касающихся продолжительности жизненного цикла объектов и эффективности организации процессов их восста-

новления. Техническое состояние жилищного фонда РФ в современных условиях может быть проиллюстрировано следующими данными:

- в хорошем и удовлетворительном состоянии (физический износ 0–40 %) соответственно находятся 60 % от общего количества строений и 83 % от объема общей площади;
- в неудовлетворительном состоянии (износ от 41 % до 60 %) — 27,8 % и 14,8 %;
- в ветхом — (износ 61 % и более) — 11,5 и 1,3 %.

Жизненный цикл жилого дома обычно составляет не один десяток лет, причем в отличие от традиционной продукции довольно большую часть этого времени занимает период эксплуатации. Особую актуальность для жилого дома имеет проблема поддержания объекта на стадии эксплуатации. Процесс воспроизводства жилищного фонда может быть реализован посредством нового жилищного строительства, проведения капитального ремонта, модернизации и реконструкции существующих объектов. До недавнего времени преобладающей формой воспроизводства жилищного фонда было новое строительство. Во многом это обусловлено объективными причинами: в СССР восстанавливались объемы разрушенного жилищного фонда за годы Великой Отечественной войны, осуществлялись программы переселения из подвальных, полуподвальных помещений и барачного жилья. В современных же условиях вследствие постоянного роста дефицита площадей для застройки значительно изменяется структура городского строительства: сокращается застройка новых территорий, снижается доля нового строительства и соответственно увеличивается доля переустройства, как отдельных зданий, так и отдельных кварталов. [2] Так, расходы на ремонт и реконструкцию жилья примерно равны расходам на новое строительство. Важнейшим элементом процесса простого воспроизводства жилищного фонда, направленным на увеличение эксплуатационного этапа в структуре жизненного цикла и сокращающим общественные затраты на строительство нового жилья, является капитальный ремонт. Капитальный ремонт, представляя собой комплекс работ по полной или частичной замене конструктивных элементов и инженерных систем объектов, приводит к снижению физического износа, позволяет осуществить работы по восстановлению и усилению существующих конструкций, повышению их прочности и эксплуатационных качеств, снижению деформативности конструкций.

Капитальный ремонт подразделяется на:

- комплексный, охватывающий все здание в целом или отдельные его секции;
- выборочный, охватывающий отдельные конструктивные элементы здания или его инженерного оборудования.

Наряду с капитальным ремонтом должны проводиться текущий и восстановительный ремонты в соответствии с установленными нормативами. Известно, что износ жилого дома увеличивается со временем эксплуа-

тации. Чем больше срок эксплуатации, тем больше износ. При нормативном обслуживании (в соответствии с установленными техническими нормами) дом прослужит установленный нормативный срок. При этом фактические затраты на нормативное обслуживание будут оптимальными (минимально возможными при установленном объеме и качестве обслуживания) и соответствовать амортизации объекта. Если по каким-либо причинам износ выше нормативного (отсутствие или несвоевременное обслуживание, меньший объем или плохое качество обслуживания), то это повлечет соответствующее увеличение фактических затрат на нормативное обслуживание. Фактические затраты на проведение ремонтов должны быть не меньше установленных нормативных затрат, поскольку в таком случае эффективность от проведения мероприятий по ремонту не будет давать ожидаемого эффекта. Экономия на ремонтных мероприятиях невыгодна, поскольку происходит снижение качества всего объекта, а как следствие и его цена объекта.

Проблема реализации эксплуатационного периода жилых объектов заключается в недостаточно эффективной организации процессов их восстановления. Это обуславливается влиянием организационных сдвигов принятых стандартов и проектов, что влечет за собой потерю функциональных качеств объектов. Решения этих задач может быть решено на основе использования проектного подхода, который предусматривает решение задач создания проекта и его управления в факторной среде.

Предложена методика управления эффективностью качества эксплуатации жилых объектов за счет инструментов организации процессов и структур. Основой модели управления являются следующие положения:

- реализация стандарта эксплуатации объектов соответствует требуемому уровню качества и соответственно стоимости объекта во времени (1, 2);
- снижение норматива стандарта эксплуатации объекта уменьшает уровень качества и стоимость объекта (3);
- факторами снижения норматива являются внешние и внутренние факторы, управление которыми требует дополнительных затрат (4);
- затраты на управление по стандарту эксплуатации должны быть эффективны (5);
- в качестве инструментов управления могут быть приняты организационные преобразования в процессах потоках и структурах — объектах (6).

Формализация модельного комплекса для решения задачи имеет вид:

модель норматива эксплуатации

$$Z \rightarrow K \rightarrow C_{ж} \quad (1)$$

$$Z = \sum Z_i \quad (2)$$

модель отклонений

$$\Delta \sum Z_i \rightarrow \Delta \sum K_i \rightarrow C_{ж} \quad (3)$$

модель факторов

$$M(F) = (f_{вн}, f_{вн}, \mathcal{E}_{жц}) \quad (4)$$

модель управления преобразованиями

$$\mathcal{E}(Y(\Delta)) = (3\Delta + \mathcal{E}_{у_{min}}) / 3\Delta \quad (5)$$

$$\Delta_{\min} = (\Delta t (Op)_{\min}, \Delta Z (Oc)_{\min}) \quad (6)$$

где

Z — затраты на ремонты;

K — качество объектов;

$C_{ж}$ — стоимость объекта;

i — индекс форм эксплуатационного обслуживания: капитальный ремонт, текущий ремонт и восстановление объектов;

$\Delta \Sigma Z_i$ — сумма затрат i -х форм эксплуатационного обслуживания объектов;

$\Delta \Sigma K_i$ — отклонения множества индексов качества i -х форм эксплуатационного обслуживания;

$\Delta C_{ж}$ — отклонения стоимости жилых объектов;

$M(F)$ — матрица факторов изменения параметров эксплуатации объектов;

$f_{\text{вн}}, f_{\text{вн}}, \Theta_{\text{жц}}$ — соответственно факторы внешней среды, факторы внутренней среды и факторы продолжительности работ;

$\Theta(Y(\Delta))$ — эффективность управления отклонениями;

ΔZ — затраты на управление отклонениями;

Θ_{\min} — эффективность управления.

Реализация моделей осуществляется статистическими методами — для формирования структуры отклонений параметров эксплуатации объектов. Статистиче-

ский метод необходимо применять для того, чтобы на его основе установить точность и стабильность процесса, качество и в случае необходимости подготовить план организационно-технических мероприятий и на этой основе установить возможность внедрения статистических методов управления качеством эксплуатации жилых объектов. [3] Также следует отметить, что применение точных методов необходимо для формирования потока отклонений затрат обслуживания объектов, а управленческих методов для формирования эффективных управленческих решений.

Выводы

Проведение нормативного обслуживания объектов соответствует установленной стоимости объектов, а снижение параметров системы обслуживания приводит к потере функциональной полезности и соответственно стоимости объекта. Потеря стоимости объекта определяет необходимость разработки факторных аналитических зависимостей влияния факторов в лаге жизненного цикла объекта и формирования на их основе методических основ управления реализацией жилых объектов на принципах проектного подхода.

Литература:

1. www.minregion.ru
2. www.m-economy.ru
3. www.stroyplan.ru

Оценка условий экологически безопасного транспортирования и хранения угля в штабелях

Петленко Станислав Васильевич, генеральный директор

ЗАО «Росеврострой» (г. Екатеринбург)

Кошкарёв Василий Евгеньевич, аспирант

Уральский государственный университет путей сообщения (г. Екатеринбург)

Кошкарёв Михаил Алексеевич, аспирант

Институт металлургии Уральского отделения РАН (г. Екатеринбург)

Еремин Александр Ярославович, начальник коксового отдела

Восточный научно-исследовательский углехимический институт, ОАО «ВУХИН»

Уголь — это ценнейший сырьевой ресурс, используемый в народном хозяйстве для получения технологического, энергетического и бытового топлива. Высокая механизация добычи угля ведет к чрезмерному измельчению и повышению его зольности. В этой связи обогащение становится неотъемлемым процессом подготовки угля к последующей его переработке в различных отраслях народного хозяйства.

Обогащение позволяет выделить из горной массы конечные продукты — концентраты, промпродукты и от-

ходы — горную породу, а также обеспечить выпуск высококачественного сортового топлива. Развитие обогащения требует дальнейшего совершенствования всех техно-логических процессов на обогатительных фабриках, а также применения эффективного и высокопроизводительного оборудования, малооперационных и однопоточных схем.

Качество товарной продукции — категория многогранная, но суть ее, в конечном счете, экономическая и экологическая. Этой стороне качества, т.е. потребитель-

ской ценности, к сожалению, пока еще не уделяется достаточного внимания при решении многих практических вопросов, в том числе снижения потерь угля. Потери происходят в связи с уносом угольной пыли и мелочи осуществляется ветром при транспортировании в открытых железнодорожных полувагонах. и хранении в штабелях. Кроме того имеют место химические потери угля в штабелях за счет протекания химических взаимодействий в системе углерод — кислород воздуха (хемосорбция), приводящих к процессам нагревания, тления и самовозгорания, а так же к взрывам. Следует отметить, что угли при хранении теряют летучие вещества, уменьшается содержание горючих элементов, увеличивается зольность и, следовательно, понижается теплотворная способность и химическая активность — снижаются показатели пластометрии и спекаемости для технологических углей при коксовании в производстве доменного кокса.

В работе [1] авторами обобщены результаты исследований по хранению каменно-угольного топлива в штабелях на складах у потребителей. Основное требование к организации хранения каменноугольного топлива у потребителей — предупреждение самовозгорания угля на складах. Интенсивное окисление углей зависит от их степени метаморфизма. Группировка углей по устойчивости к самовозгоранию, предельные сроки хранения и рекомендуемая высота штабелей при хранении приведены в табл. 1. Наибольшие затруднения создаются при хранении рядовых легкосамогревающихся углей с содержанием мелочи класса 0–6 мм до 35–45 %.

Трудность хранения рядовых углей по сравнению с сортированными углями объясняется тем, что в штабеле такого угля создается пространство, незаполненное мелочью угля, в котором довольно интенсивно протекает окислительный процесс и нарастает температура.

Одним из мероприятий по правильному хранению угля является подготовка самого угля. Закладываемый на хранение уголь не должен содержать посторонних примесей, например: породы, щепок, досок, растительных веществ, подверженных гниению и т.п. Необходимо следить за тем, чтобы в штабель рядового угля не попадал сортированный уголь. Если уголь, поступивший для складирования, имеет довольно высокую температуру, его нужно предварительно охладить, загружая в штабель небольшими партиями в ночное время.

Для предохранения от окисления в штабелях уголь послойно уплотняется, а откосы и поверхность штабелей по возможности покрываются известковым раствором 3–4 % концентрации, слоем угольной мелочи (около 10 см) или глиняной коркой.

В последние годы в качестве изолирующего покрытия поверхности штабеля на некоторых складах топлива применяют битумные и битумно-глинистые пасты. Применение паст резко снижает скорость окисления угля и позволяет увеличить в несколько раз сроки хранения легкосамогревающихся углей. Опыт применения битумных паст для покрытия штабелей на складах железных

дорог характеризует их как материалы стойкие, надежно защищающие штабели от проникновения в них влаги, а битумные пасты при толщине слоя 2–3 мм непроницаемы так же и для воздуха. Приготовленная битумная паста может долгое время находиться в пригодном к употреблению виде, если она надежно защищена от испарения имеющейся в ней влаги. Это достигается путём хранения готовой пасты под слоем воды.

Для приготовления пасты требуются битум марки БН 70/30, глина и вода. Опытами, проведенными в Центральном научно-исследовательском институте Министрства путей сообщения (ЦНИИ МПС), установлено, что хорошая паста получается при содержании 35–45 % битума, 40–30 % глины и 25 % воды. Пасту готовят следующим образом: подогревают битум до 220–230°C, разводят глину с водой до тестообразного состояния, затем эту массу тщательно перемешивают с расплавленным битумом. Такая паста может быть растворена водой до любой концентрации и нанесена на поверхность штабеля. Наносить пасту на поверхность штабеля можно при помощи распылителя, кисти или лейки. При хорошей погоде образование эластичной защитной пленки начинается уже в течение первого часа после покрытия штабеля пастой. Прочно затвердевшая битумно-глинистая корка при толщине 2–3 мм служит надежной защитой от атмосферных осадков и воздуха. Недостатком битумной пасты является то, что ее можно использовать только при положительной температуре воздуха. Затраты на покрытие штабелей коркой битумно-глинистой пасты невелики. Расход материалов на 1 м² поверхности штабеля при толщине корки 2–3 мм составляет: битума — 1,36 кг, глины — 1,22 кг, воды — 2,08 кг, угля — 0,28 кг (табл. 2). Битумно-глинистой пасты предохраняет штабели от размывания их дождем и исключает очистку штабелей от снега в весеннее время.

О наличии самонагревания можно судить по внешним признакам или по замеру температуры в штабелях. К числу внешних признаков относятся: появление за ночь на поверхности штабеля влажных пятен, исчезающих с восходом солнца, запах продуктов разложения угля; появление искр в ночное время, а в зимнее время наличие проталин на снежном покрове над очагом самонагревания; появление на поверхности штабеля над опасным очагом невысыхающих влажных пятен.

Опасным очагом в штабеле угля считают участок с температурой + 60°C и выше, а также участки, температура которых непрерывно повышается в сутки более чем на 2–3°C, независимо от температуры окружающего воздуха. При нагревании угля до +60°C и выше (рис. 1) возникают очаги самовозгорания, их необходимо выявлять и производить заиливание опасных участков водным раствором с содержанием 5–7 % глины. Для чего погружают в опасные зоны железные трубы с отверстиями на конечной части в очаг или растаскивают уголь механизмами (скреперы, экскаваторы и др.) по заранее подготовленной площадке слоем не более 0,5 м. Разбросанный по пло-

Таблица 1

Технологические характеристики формирования угольного штабеля (высота штабеля – h шт.)

Группы	Устойчивость угля к самовозгоранию	Наименование марок углей	Срок хранения угля в штабеле
1	Более устойчивые, несамовозгорающие	Антрациты, кроме сортов АСШ и АШ	12 мес. ($h_{шт.}$ – не ограничивается)
2	Устойчивые к самовозгоранию	Антрациты сортов АСШ и АШ; Т – кузнецкие, сучанские; Ж – печорские, сучанские; Г – сучанские; Д – черемховские	10 мес. ($h_{шт.}$ – 10 м)
3	Менее устойчивые к самовозгоранию	Ж, К, СС, ОС, Г – кузнецкие, печорские; Г, Ж – кизеловские; Д-хакасские; Т, К, Д – сахалинские	6 мес. ($h_{шт.}$ – 8 м)
4	Подвергнуты быстрому самовозгоранию	Угли марок: Д – кузнецкие, печорские; ОС – кузнецкие	4 мес. ($h_{шт.}$ – 6 м)

Таблица 2

Расход материалов для покрытия штабелей разной емкости, т

Материалы, кг	Расход материалов покрытия штабелей разной емкости (т) на 1 м ²				
	500	1600	3000	5000	10000
Битум	1,06	0,77	0,56	0,46	0,40
Глина	0,85	0,61	0,44	0,36	0,31
Вода	1,62	1,19	0,86	0,71	0,61
Уголь	0,22	0,16	0,12	0,10	0,08

щадке уголь заливают водой до полной ликвидации опасности. Место изъятых углей заполняется полноценным углем, и штабелю придается первоначальная форма. Потушенный уголь складывается отдельно на запасную площадку.

Для наблюдения за температурой нагрева угля в штабеле устанавливаются железные трубы диаметром от 25 до 50 мм. Нижние концы труб оттягиваются на конус и завариваются, а верхние концы, выступающие на 0,2–0,3 м. над поверхностью штабеля, закрываются деревянной пробкой с крючком на конце для подвешивания термометра. Трубы вводятся в штабель грейферным краном, электровибратором или вручную, как при забивке свай. Их располагают вертикально по всей высоте штабеля в шахматном порядке и на расстоянии одна от другой, в зависимости от склонности угля к самонагреванию и самовозгоранию. Так для антрацита сорта АРШ – 25 м, для углей 2 группы – 15 м, 3 группы 6–8 м, 4 группы – 4–6 м. Трубы вводятся в штабель так, чтобы концы их не доходили до нижнего основания штабеля. Так расстояние от основания для антрацита АРШ – 3 м, для углей 2 группы – 2 м, 3 группы 1 м, 4 группы – 0,5 м. Для того чтобы трубы не стали центром очага самонагревания, поверхность штабеля в радиусе 0,3–0,5 м вокруг труб уплотняется. И затем тщательно покрывается изоляционными обмазками. Для уплотнения поверхности штабеля вокруг труб применяются ручные трамбовки или кувалды.

Для углей второй, третьей и четвертой групп устойчивости (табл. 1) к самонагреванию

Для измерения температуры в штабелях пользуются термометры лабораторного типа со шкалой от +20° до +150°С. Чтобы термометр не изменял показаний температуры при выемке его из трубы на поверхность, ртутный шарик термометра помещают в капсулу с машинным маслом, прикрепленную к чехлу термометра. Внутри чехла термометр укрепляется резиновыми пробками. Расстояние от стенок масляной капсулы до стенок ртутного шарика должно быть равно 4 мм. Для измерения температуры термометр опускают в трубу на различные глубины штабеля на 15–20 мин. При любой высоте штабеля температура измеряется в контрольных трубах (в двух точках каждой трубы) в середине и на расстоянии 1,5 м от верхнего основания штабеля. При повышении температуры до +40°С и выше контрольные замеры производятся два раза в сутки и через каждый метр по высоте трубы от верхнего основания штабеля. Описанный способ измерения температуры в угольных штабелях, несмотря на свою простоту, занимает значительное время.

В промышленных условиях испытана и внедрена установка измерения температуры в угольных штабелях с дистанционным способом. С помощью ее обеспечивается измерение температуры с точностью до 1–2°С, т.е. достаточной для контроля нагрева угля в процессе его длительного хранения. Работа установки основана на изменении

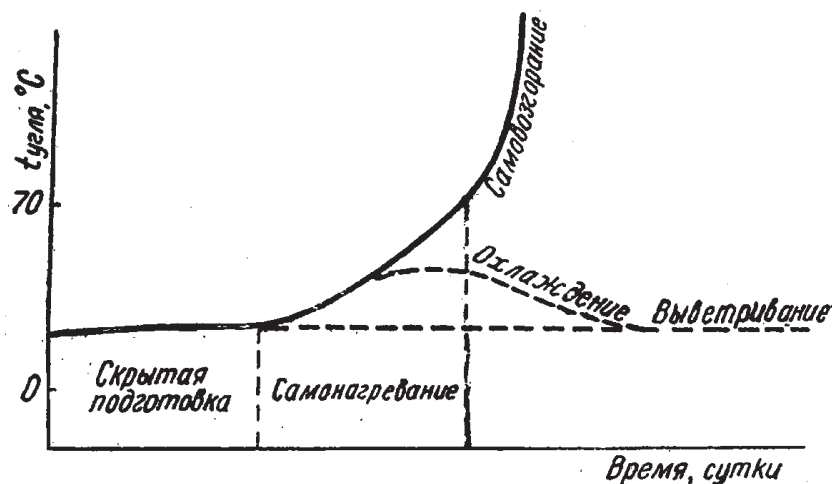


Рис. 1. Последовательность явлений, протекающих при взаимодействии угля с кислородом

сопротивления датчиков температуры, установленных в температурных стволах штабеля. Для угольного штабеля емкостью 5–8 тыс. т необходимо около 15 таких стволов.

Таким образом, анализ современного состояния хранения каменного угля у потребителей в системе топливно-энергетического комплекса (ТЭК) страны указывает на необходимость разработки малоотходной экологически безопасной технологии хранения угля, защищающей от ветровой эрозии как при транспортировании, так и на складах у потребителей.

Важным компонентом производства углеводородного пленочного покрытия может стать использование тяжелых остаточных продуктов нефтепереработки (битума, асфальто-пропановой деасфальтизации масляного производства, смолы пиролиза и др.) с высокой адгезионной способностью. Ниже приведены результаты лабораторных и укрупнено-промышленных испытаний по производству битумных эмульсий, которые содержат указанные выше клеящие связующие вещества.

Отечественными исследователями [2] были выявлены следующие процессы воздействия на штабель складировавшихся углей ветровоздушного потока:

1) с поверхности штабеля выносятся в воздух частицы размером менее 200 мкм (более крупные частицы в воздухе в зоне рассеивания пылевых выносов со штабеля не обнаруживаются). Основная масса этих частиц осаждается под действием гравитационных сил в непосредственной близости от угольного штабеля и в пределах санитарно-защитной зоны;

2) на расстоянии более 200–300 м от штабеля в воздухе присутствуют только пылевые частицы менее 10 мкм — витающая пыль, которая может распространяться с ветром на значительные расстояния. Именно этот компонент, составляющий в общем выносе угольной пыли с поверхности угольного штабеля в результате ветровой эрозии не более 10%, осуществляет загрязнение воздушного бассейна и должен учитываться при расчете платежей за выбросы в атмосферу;

3) перемещение частиц размером от 200 мкм до 1 мм осуществляется вдоль поверхности штабеля без вертикального взлета, перекачиванием;

4) угольные частицы размером свыше 1 мм при скоростях ветра до 15 м/с, как правило, с поверхности штабеля не выносятся;

5) отмечается существенное уплотнение и изменение гранулометрического состава тонкого поверхностного слоя (до 10 мм) — со временем существенно возрастает доля крупных частиц и значительно уменьшается доля мелкодисперсных пылевых частиц.

Максимальный разовый вынос (сдув) пылевых частиц с поверхности угольного штабеля может быть определен на основе удельной сдуваемости m° ($\text{г/м}^2 \cdot \text{с}$), определяемой путем аэродинамических продувок в лабораторных условиях для каждого вида топлива с различной влажностью W (значения m° для кузнецкого угля марки СС приведены в качестве примера в табл. 3).

Значение влажности соответствует максимальному значению выноса пылевых частиц для данной скорости ветра. Вследствие ветрового воздействия потеря угля связана с потерей частиц менее 1 мм и определяет безвозвратные потери топлива при транспортировании, загрязняет элементы верхнего строения пути, растительный покров, поверхностные стоки в пределах полосы отвода и санитарно-защитной зоны, принимает участие во вторичном пылении. Частицы свыше 1 мм пылящей поверхности при небольших скоростях ветра перемещаются на подстилающую поверхность в непосредственной близости от мест уноса, не создавая загрязнения воздушного бассейна.

Таким образом в качестве исходного гранулометрического состава углей нами были приняты для исследований тонкие фракции угольной мелочи до 1 мм Кузбасского бассейна.

Лабораторные исследования получения углеводородных пленочных покрытий углей. Исходным сырьем для проведения опытов были использованы технологические

Таблица 3

Удельный сдвиг частиц угля (m° , г/м²·с) с воздушно-сухой поверхности штабеля

Скорость ветра, м/с	2	3	5	7	10	15
Удельный сдвиг m° , г/(м ² ·с)	-	0,0013	0,05	0,93	2,97	24,4

Таблица 4

Характеристики угольных проб Кузбасского месторождения (р – разрез, пл. – пласт)

№ п/п	Сорто-марка	Наименование месторождения	Химический состав углей			Пластометрия	
			W_t	A_d	V_{daf}	X	Y
1	ССР	Краснобродский, р.Макарьевский, пл.	5,6	7,8	21,0	32	8
2	КСР	Красноброд., р.Прокопьевский пл.	7,6	6,6	21,3	30	7

Таблица 5

Физико-химические свойства тяжелых нефтяных остатков

Показатели	К.О.	АПД	Гудрон
Плотность, кг/м ³	982	998	1010
Вязкость условная при 100 ⁰ С, °ВУ	4,56	не течет	не течет
Температура застывания, °С	+9	-	-
T_p по КиШ, °С	-	44	42
Содержание серы, %	2,7	4,9	2,6
Температура вспышки, °С	154	280	310
Температура начала кипения, °С	238	380	400
Групповой углеводородный состав, %:			
Масла	67,2	67,3	62,0
Смола	22,8	23,4	28,1
Асфальтены	9,8	9,1	9,8

угли марок ССР, КСР кузбасского месторождения. Характеристики углей приведена в табл. 4.

В лабораторных опытах смоделированы условия пленочного покрытия штабеля при закладке угля на временное хранение. В опытно-промышленных условиях изготовлены опытные партии углеводородных эмульсий из тяжелых нефтяных остатков (ТНО): крекинг-остаток (К.О.), промпродукт асфальто-пропановой деасфальтизации (АПД) нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) АНК БАШнефть, ОАО «НОВОЙЛ».

В качестве пластификатора использовался гудрон. Физико-химические свойства К.О., АПД и гудрона приведены в табл.5, а характеристики битумных эмульсий – в табл. 6.

Опытно-промышленные партии углеводородных эмульсий получены на битумно-эмульсионной установке (БЭУ) периодического типа действия марки «ЛаПРОМ Л» производства «Давиал Механик» на базе «Уралхимпласт – АМДОР», г. Нижний Тагил.

Разогретое углеводородное связующее (у.в.с.) сливают в «Битумную» емкость и разогревают до темпера-

туры, обеспечивающей свободную подачу связующего в диспергатор.

В подогретую до температуры 45–47⁰С подкисленную концентрированной соляной кислотой (HCl) водную «фазу» (в.ф.) вводится эмульгатор согласно принятой рецептуре. Водный раствор перемешивается с помощью циркуляционного насоса в течение 5 мин, после чего отбирается проба на pH, показатели которой должны находиться в пределах 2,0–2,4. В качестве катионоактивного эмульгатора для приготовления опытных партий углеводородных эмульсий использовали эмульгатор марки «АМДОР-ЭМ», ТУ 0257–007–35475596–98 с изм.1, 2, 3 производства ООО «Уралхимпласт-Амдор», г. Нижний Тагил.

Концентрация соляной кислоты (HCl) определяется в соответствии с пунктом 3 (подпункт «В») ВСН 115–75 «Приготовление дорожных эмульсий» рН-метром марки И160МИ для определения водородного показателя водной фазы эмульсии (рН) с точностью не ниже 0,01 единицы [3–5]. Технологические характеристики полученных углеводородных эмульсий приведены в таблице 6, 7.



Рис. 2. Принципиальная технологическая схема БЭУ

Таблица 6

Характеристики углеводородных эмульсий (у.в.с.-углеводородное связующее; в.ф.-водная фаза)

№п/п	Тип (ТУ) эмульгатора	Состав эмульсий, %			рН водной фазы, рН	Температура °С.		Расход, л/ч	
		у.в.с.	в.ф.	эмульгатор		у.в.с.	в.ф.	у.в.с.	в.ф.
1	АМДОР-ЭМ	57	40	2	2,29	146,7	45,5	310	200
2	АМДОР-ЭМ	57	40	2	2,29	142,0	47,7	310	200

Таблица 7

Качественные показатели углеводородных эмульсий

№п/п	Тип связующего	Т _р по КиШ связующего, °С	Остаток на сите №014, %	Условная вязкость, секс диаметром трубки, мм:			Хранение эмульсии, (сут) по остатку на сите №014, %:	
				3	4	5	7 сут.	30 сут.
1	АПД	38	0,03	11,82	7,86	3,5	0,06	0,21
2	К.О.	53,5	0,14	23,46	15,48	5,98	0,23	0,7

Порядковые номера эмульсий в табл. 6 соответствуют связующим веществам из ТНО:

1 — крекинг остаток (К.О.) с установки ТК-3; 2 — Промпродукт асфальто-пропановой деас-фальтизации (АПД) гудрона с установки масляного блока ПД 36/1.

Лабораторные исследования по получению пленочных покрытий для углей (табл. 4) осуществлялись по методике, описанной ниже.

Поверхностный слой лабораторных штабелей формировали в пластмассовых ванночках. Заполнение ванны осуществляется без уплотнения штабеля. Для снижения влияния поверхностного напряжения пластмассовых стенок на внутриваночное напряжение в адсорбционной системе: адгезив (углеводородное связующее, у.в.с.) — субстрат (угольный наполнитель), изготавливали угольные валки на поверхности штабеля в местах соприкосновения адгезива с пластмассовой стенкой. В опытах 1 и 2 (рис. 2) использовали быстро-распадаю-

щиеся катионные эмульсии (КБ), отвечающих климатическим условиям Уральского региона.

С учетом модернизации технологии приема и хранения углей на предприятиях ТЭК и коксохимии при строительстве открытых промплощадок можно рекомендовать строительство эмульсионной установки для изготовления углеводородного покрытия поверхности штабелей. Комплексное решение таких задач позволит снизить, как физические и химические потери углей при хранении и повысить пластометрические показатели и спекаемость углей, так и обеспечить экологическую безопасность окружающей среды для сохранения природы и здоровья человека.

На фотографиях (рис. 2 и 3) представлены визуальные наблюдения качества углеводородных пленочных и пастообразных покрытий. На рис. 2 поверхность углей покрывается углеводородными эмульсиями путем:

А) — распыления эмульсии пульверизатором по поверхности угольного штабеля;

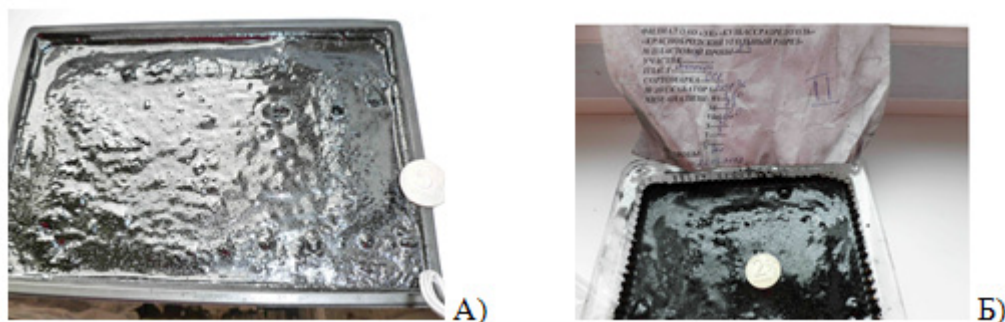


Рис. 2. А – пленочное покрытие угля с оптимальным расходом эмульсии; Б – с перерасходом эмульсии

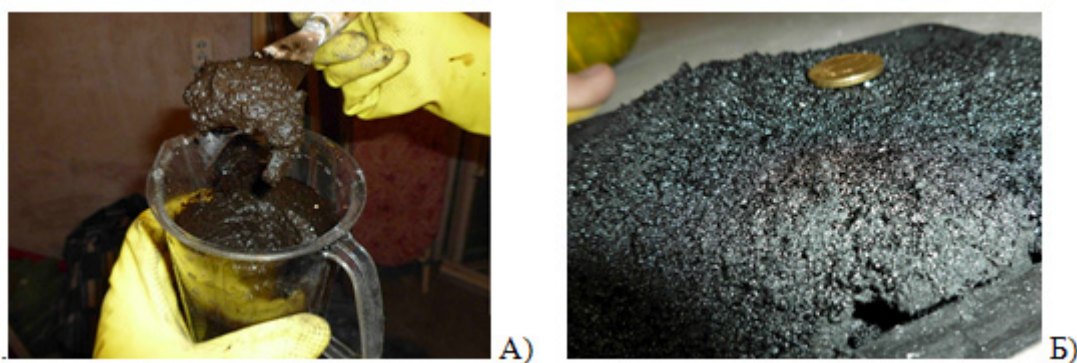


Рис. 3. А – изготовление пастообразного покрытия, смешение, Б – затвердевшее тесто на поверхности угля

Таблица 8

Влияние вида и расхода связующего, поверхностных площадей пленочных покрытий
(Дата отбора пробы – числитель, ч; дата эксперимента – знаменатель, з)

Сорто-марка углей	Срок хранения, (ч/з)	Пластометрия угля		Тип покрытия	Расход вяжущего, кг/м ²	Площадь покрытой поверхности от общей поверхности, %
		Х	У			
1. КСР	03.12/10.12	30	7	пленка	2,0	97,13
2. ССР	03.12/10.12	32	8	пленка	2,25	89,39
2. ССР	03.12/10.12	32	8	паста	0,61	100

Б) — разлива эмульсии по поверхности угольного штабеля из мерного сосуда.

На рис. 3 приведена иллюстрация изготовления эмульсионной пасты следующего состава: 100г тонкого угля (взятого из того же штабеля) и 20 мл эмульсии из АПД (табл. 6, опытная пария 2). Изготовление производилось путем их смешения до тестообразного состояния (рис. 3А), далее пасту наносили на поверхность лабораторного угольного штабеля шпателем.

Визуальный анализ фотографий опытных партий (рис. 2 и 3) показывает, что в опытно-промышленных условиях получены новые углеводородные эмульсии — связующие для пылеподавления при ветровой эрозии угля и

при хранении его в открытых штабелях. Результаты исследований по оценке качества пастообразного покрытия показали что при толщине защитного слоя 8мм обеспечивается высокая гидроизоляционная стойкость.

Отметим, что разработанная технология и новые и пылеподавляющие промпродукты (табл. 6—8) могут быть применимы в горнорудной промышленности в качестве покрытия угольных терриконов, рудных отвалов, в карьерах при обеспыливании автодорогах. В черной, цветной металлургии и в химической промышленности углеводородные эмульсии и пасты могут быть использованы при окусковании концентратов и оборотной пыли, а также при строительстве муниципальных и сельских грунтовых дорог.

Литература:

1. Лиюкумович Е.Ф, Масхин М.Г., Пугина Н.И. Хранение угля у потребителей. //Сборник статей Гос. комитета Совета министров СССР. — М.: ЦИТИУП. — 1961. — С. 3—21.

2. Методика оценки ветровой эрозии и пыления угольного штабеля РД 153–34.0–02.107–98 РАЗРАБОТАНА ОАО «Предприятие по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОАО «УралОРГРЭС». /Шульман В.Л. к.т.н., Полуянова В.И. (ОАО «УралОРГРЭС»); Неупокоев В.А. (ВНИИОГР).
3. ГОСТ Р 52128–2003. Эмульсии битумные дорожные. Технические условия. — Введ. 27.06.2003. — М.: Издательство стандартов, — 2004. — 26 с.
4. ВСН 115–75. Технические указания по приготовлению и применению дорожных эмульсий. — Введ. 1.03.76. — М.: Транспорт, 1976. — 77 с.
5. Технические условия на производство катионной битумной эмульсии «ЭМУЛЬДОР» для дорожных работ в Свердловской области: ТУ 0256–001–75752321–2006.

9. ТРАНСПОРТ

Современные системы коммерческого осмотра вагонов

Карпухина Мария Александровна, студент;

Селиверов Денис Иванович, заместитель директора по учебно-производственной работе, преподаватель

Саратовский техникум железнодорожного транспорта – филиал Самарского государственного университета путей сообщения

Прошло уже 175 лет со дня возникновения железных дорог в России. Их появление было вызвано объективным процессом развития общества. Рост промышленности, укрепление национального рынка, освоение окраинных земель, быстрые, массовые и дешёвые перевозки пассажиров и товаров, бурное расширение торговли — таково положительное влияние железных дорог на экономическую и социальную жизнь страны. Ни одно из великих открытий 19 века не имело такого значения в становлении цивилизации как железные дороги. С тех пор темп нашей жизни значительно ускорился. Расстояния, на которые перевозятся грузы, увеличиваются, все больше возрастает потребность в интенсивности перевозок и высокой скорости доставки грузов. [1]

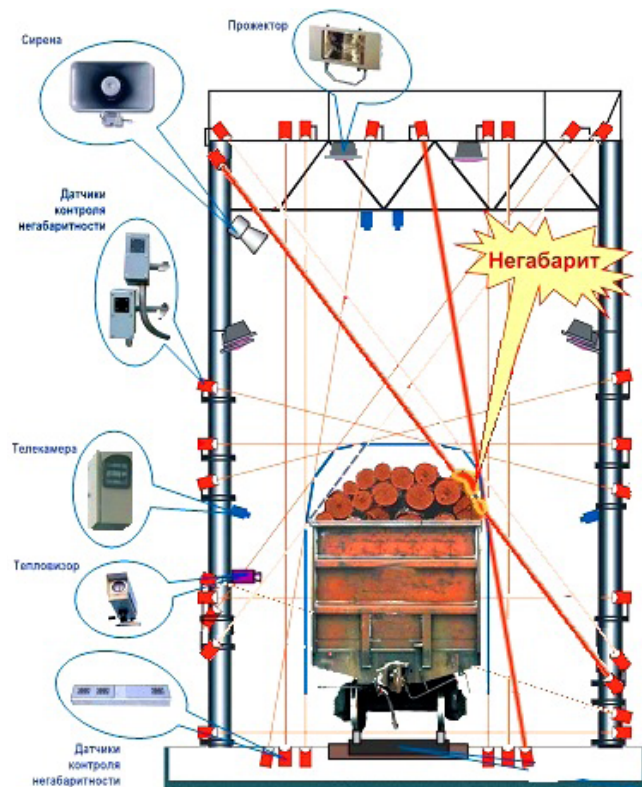
В связи с увеличением объёмов перевозки грузов одной из приоритетных задач для ОАО «РЖД» является повышение пропускной способности железнодорожных станций, ускорение продвижения вагонопотоков и, соответственно, увеличение скорости доставки грузов. Для решения указанных задач требуется повсеместная автоматизация технологических процессов, связанных с обработкой данных о проходящих грузовых составах на узловых железнодорожных станциях.

Одним из основных элементов процесса перевозки грузов железнодорожным транспортом в настоящее время является операция коммерческого осмотра вагонов в пути следования на пунктах коммерческого осмотра (ПКО). В условиях оптимизации эксплуатационной работы железных дорог решение проблемы обеспечения сохранности грузов в пути следования, повышения безопасности движения осуществляется за счет внедрения комплексов технических средств выявления коммерческих неисправностей на ПКО. Таким современным комплексом является автоматизированная система коммерческого осмотра поездов и вагонов — АСКО ПВ.

Первые системы АСКО ПВ были разработаны в 1995 году. Они усовершенствовались и модернизировались, расширялся спектр функциональных возможностей системы. На сегодняшний день АСКО ПВ представляет собой комплекс устройств, предназначенных для визуального контроля и регистрации состояния вагонов и грузов поездов в процессе движения, визуального контроля ка-

чества крепления грузов, контроля соблюдения габаритности погрузки, улучшения условий труда и повышения уровня личной безопасности работников, занятых осмотром вагонов. [2]

АСКОПВ представляет собой своеобразные электронные ворота, устанавливаемые на станции и оснащённые телекамерами, датчиками контроля негабаритности, тепловизорами. Через них на скорости до 60 км/ч проходят поезда. Изображение автоматически передаётся оператору пункта коммерческого осмотра, который обрабатывает его на компьютере и с возможными замечаниями передаёт приёмщику. При обнаружении неисправностей или негабаритности вагон отцепляют. [3]



Система обеспечивает автоматический контроль зонального габарита погрузки по девяти зонам, основного габарита погрузки по двум зонам и максимального по ширине габарита подвижного состава по двум зонам. Этим возможности АСКО ПВ не исчерпываются. С помощью

системы создаётся видеoarхив. Видеозапись воспроизводится в различных режимах, которые позволяют получить полную и наглядную характеристику любого поезда или вагона. Кроме того, существует возможность подготовить и распечатать отчёт с чёткими изображениями допущенных неисправностей. Всё это помогает при необходимости разрешать спорные вопросы с грузоотправителями или соседними станциями. [2]

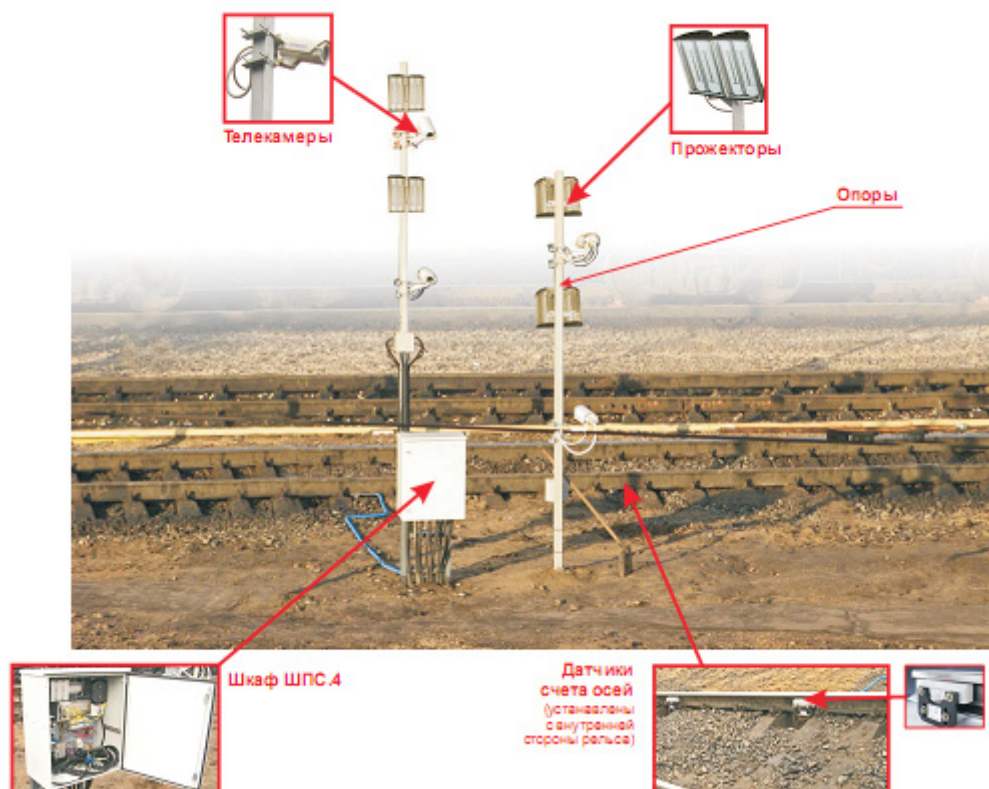
Другим важным элементом технологии работы станций, является контроль соответствия инвентарных номеров вагонов принимаемого состава телеграмме — натурному листу (ТГНЛ). Для оптимизации этого процесса на станциях внедряется автоматизированная система контроля инвентарных номеров вагонов АСКИН.

АСКИН помогает решить часть функциональных задач, однотипных и для АСКО ПВ. Это счет вагонов в составе, видеоконтроль бортов вагонов, освещение бортов вагонов в темное время суток, информационный обмен между напольным оборудованием и автоматизированным рабочим местом и оператором системы. Поэтому на железнодорожных станциях, где, исходя из технологии работы, тре-

буется внедрение АСКО ПВ и АСКИН, целесообразно устанавливать данные системы совместно. Это позволит значительно сократить затраты на монтаж двух систем.

Система АСКИН устанавливается на путях приема-отправления железнодорожных станций, а также промышленных предприятий, в сортировочных парках станций с целью организации процесса формирования поездов. В состав системы АСКИН входят: напольное оборудование постов считывания (ПСЧ); подсистема телевизионного наблюдения; подсистема освещения; подсистема счета вагонов; подсистема передачи информации; сервер распознавания; автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора.

Входными данными в системе АСКИН являются видеоизображения боковых поверхностей и рам вагонов проходящего состава с двух сторон, сформированные телекамерами из состава напольного оборудования постов считывания ПСЧ. Видеоизображения передаются на сервер распознавания, где с помощью специализированного программного обеспечения производится их обработка и распознавание инвентарных номеров вагонов.



Результаты распознавания передаются в АСУ СТ (АСУ предприятия), на АРМ оператора производится их сравнение с данными телеграммы — натурального листа ТГНЛ и формируются списки рассогласования. [4]

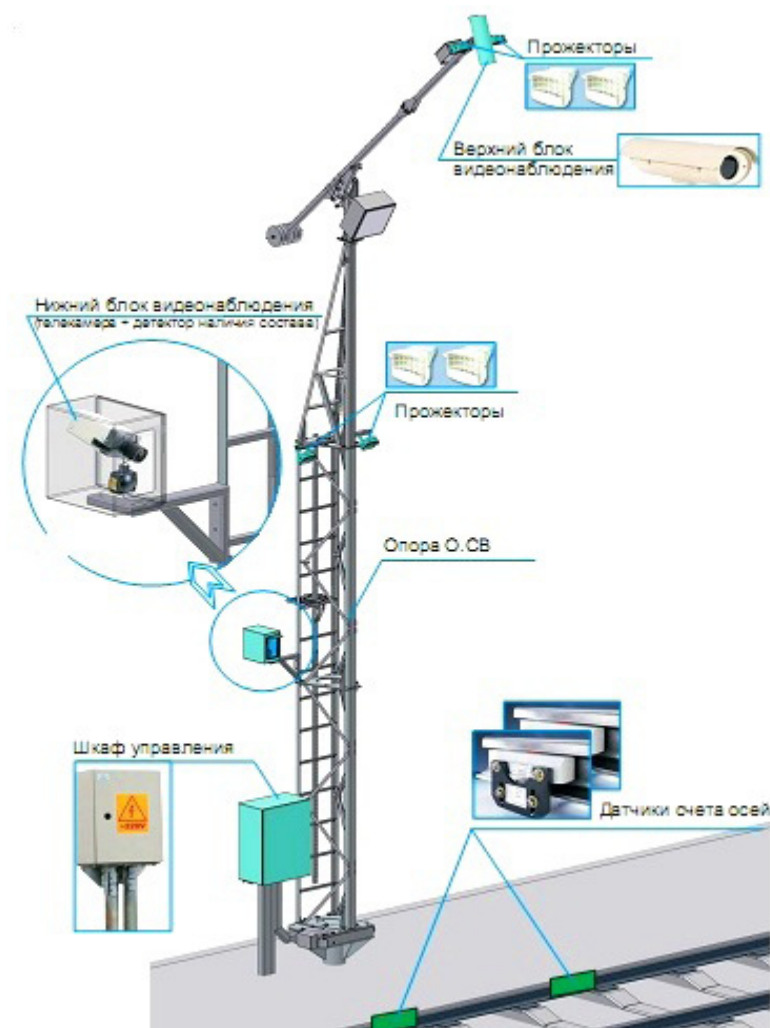
Для дистанционного визуального контроля оператором состояния вагонов, качества погрузки или очистки полувагонов и платформ, визуальной идентификации инвентарного номера вагона разработана и внедрена в эксплуатацию еще одна система АСКО СВ — «смотровая вышка». Она также как и выше описанные системы, позволяет вы-

являть коммерческие неисправности, угрожающие безопасности движения и сохранности перевозимых грузов в вагонах составов, сформированных и готовящихся к отправлению, подаваемых и выводимых с подъездных путей предприятий.

В состав системы АСКО СВ входят: комплект оборудования рабочего места оператора; комплект оборудования осмотра вагонов; комплект оборудования системы освещения; комплект приема-передающего оборудования; специализированная опора (опора СВ).

Новая система также обеспечивает безопасные условия труда работников, связанных с визуальным осмотром составов, выводя их из опасной зоны. Отличает

АСКО СВ от других систем то, что она позволяет производить коммерческий осмотр вагонов дистанционно.



Внедрение современных описанных систем позволяет значительно улучшить качество осмотра подвижного состава, вагонов и грузов, сократить время на его проведение, и как следствие: своевременно выявлять коммерческие неисправности, создающие угрозу безопасности движения поездов, сохранности перевозимых грузов; сократить время на прием-отправление вагонов-грузов на железно-

дорожных станциях путем автоматизированного контроля инвентарных номеров вагонов; увеличить скорость продвижения вагонопотоков и сократить время оборота вагонов на территории России; обеспечить соблюдение охраны труда и профилактику травматизма среди работников, задействованных на пунктах коммерческого осмотра ПКО, за счет выведения людей из опасной зоны. [5]

Литература:

1. О.И. Коновалюк. Железные дороги России; транспортные происшествия 19–20 веков, Москва 2007 г.
2. Технологические системы железнодорожного транспорта. www.alfa-pribor.ru
3. Проверка поездов системой АСКО ПВ. www.taminfo.ru
4. Автоматизированная система контроля инвентарных номеров вагонов АСКИН. www.alfa-pribor.ru
5. Автоматизированная система коммерческого осмотра «Смотровая вышка» АСКОСВ. www.alfa-pribor.ru

Разработка состава многофункционального пакета присадок для малосернистых дизельных топлив

Мокроусов Алексей Сергеевич, кандидат технических наук, преподаватель;

Назаров Сергей Владимирович, кандидат технических наук, старший преподаватель;

Артемов Вячеслав Вячеславович, кандидат технических наук, доцент;

Котельников Александр Евгеньевич, курсант

Военная академия материально-технического обеспечения имени А.В. Хрулёва, Вольский филиал

В настоящее время НПЗ России переходят к выпуску малосернистых дизельных топлив. Наряду со снижением содержания серы в дизельном топливе снижается токсичность отработанных газов, но в то же время это приводит к ряду проблем, в частности выходу из строя ТНВД из — за снижения противоизносных, защитных свойств дизельных топлив.

Наиболее эффективным способом получения высококачественных малосернистых дизельных топлив возможно за счет ведения присадок различного функционального назначения, таких как депрессорные, диспергирующие, противоизносные и промоторы воспламенения.

Анализ рынка присадок к дизельным топливам показывает, что подавляющее их большинство представлено иностранными компаниями, что неприемлемо для обеспечения потребностей силовых ведомств, в связи с чем важной задачей является разработка многофункционального пакета присадок, улучшающего противоизносные, защитные и антиокислительные свойства, обеспеченной отечественной сырьевой и производственной базой.

На основании результатов проведенного исследования по влиянию состава дизельного топлива на противоизносные свойства установлено, что одним из наиболее эффективных способов улучшения противоизносных, защитных и антиокислительных свойств дизельных топлив является вовлечение в их состав специальных присадок.

Была исследована присадка КАП-25, применяемая в настоящее время в качестве защитной в гидравлических маслах АУП, МГЕ-10А и консервационном масле для стрелкового вооружения КРМ.

Присадка КАП-25 является производной алкенилэтантарных кислот, которые получают алкилированием малеинового ангидрида тетрамером пропилена.

Присадка КАП-25 представляет собой вязкую малоподвижную прозрачную массу от желтого до светло — коричневого цвета. Поскольку молекулярная масса углеводородной части молекулы присадки велика, она не растворима в воде.

Высокая эффективность действия присадки КАП-25 определяется полярностью молекулы алкенилэтантарной кислоты и наличием двух активных групп COOH , что определяет ее способность адсорбироваться на поверхности металла и вытеснять воду за счет более высокой (74 кДж/моль), чем у воды (50 кДж/моль) энергией адсорбции. Хорошая растворимость в топливе обеспечивается наличием углеводородного радикала с длинной цепи $\text{C}_{12} - \text{C}_{15}$.

Молекулы алкенилэтантарной кислоты, адсорбируясь на поверхность металла, образуют прочную пленку, которая сглаживает неровности трущихся поверхностей, увеличивая площадь их контакта, снижая контактные нагрузки и, как следствие, износ металла.

Результаты оценки противоизносных свойств дизельных топлив с присадкой КАП-25 на топливах с различным содержанием серы показали, что при добавлении в топлива с содержанием серы от 3 до 270 ppm средними значениями количественного улучшения противоизносных свойств дизельных топлив (снижения Д.п.и) для различных концентраций присадки КАП-25 являются данные, приведенные в таблице 1.

Известно, что средним диапазоном значений Д.п.и. гидроочищенных топлив без присадок является 500—620 мкм. Исходя из этого, необходимое улучшение противоизносных свойств дизельных топлив до соответствующих требований составляет 40—160 мкм.

Результаты экспериментальных исследований позволили установить, что оптимальной концентрацией присадки КАП-25 в малосернистых дизельных топливах для улучшения их противоизносных свойств, учитывая возможный антагонизм с присадками другого функционального действия, с учетом экономической составляющей является её содержание 0,01—0,02 %.

Топлива с присадкой КАП-25 обладают высокими противоизносными свойствами не уступающими применяющимся в настоящее время зарубежным аналогам.

В целях улучшения антиокислительных свойств малосернистых дизельных топлив предложено использовать присадку Агидол-1, вырабатываемую в промышленных масштабах.

В целях исследования данной присадки в качестве антиокислительной, исследованы образцы дизельного топлива с содержанием серы 270 ppm с различными концентрациями антиокислителя и присадки КАП-25 (таблица 2).

Результаты оценки антиокислительных свойств дизельных топлив, содержащих 270 ppm серы, с композицией присадок КАП-25 и Агидол-1 до и после окисления представлены в таблице 3.

Из анализов результатов, приведенных в таблице 3, следует, что при вовлечении присадок КАП-25 и Агидол-1 в малосернистые дизельные топлива происходит значительное улучшение их антиокислительных свойств.

В целях установления уровня защитных свойств товарных дизельных топлив, проведены экспериментальные

Таблица 1

Показатели противоизносных свойств дизельных топлив в зависимости от концентрации КАП-25

Показатель	Содержание присадки в топливе, %		
	0,01	0,02	0,03
Диапазон снижения Д.п.и., мкм	104–149	214–327	302–404
Среднее значение снижения Д.п.и.	125	265	348
Эффективность действия присадки, %	27	58	76

Таблица 2

Состав образцов дизельного топлива

Состав	Образец композиции присадок, % масс											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
КАП-25	0	0	0,02	0,0125	0,02	0,005	0,005	0,02	0,0125	0,02	0,005	0,0125
Агидол-1	0	0,01	0	0,01	0,005	0,001	0,005	0,01	0,001	0,001	0,01	0,005
ДТ с 270 ppmS	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Таблица 3

Результаты оценки антиокислительных свойств образцов дизельного топлива до и после окисления

Наименование показателя		Образец композиции присадок											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кислотность, мг КОН/100 см ³	до окисления	0	0,03	3,78	2,10	3,87	1,14	1,16	3,91	2,12	3,97	1,18	2,13
	после окисления	0,11	0,10	3,68	2,16	3,85	1,16	1,14	3,48	2,18	4,29	1,13	2,18
Фактические смола, мг/100 см ³	до окисления	8	9	7,2	4,8	9	10	5,8	8,5	6,0	7,5	2,5	7,2
	после окисления	22,5	19,5	14,2	8	22	13,5	17,2	8,5	18	8	9,5	14,2
Осадок после окисления		14,92	3,84	4,60	3,90	4,48	4,62	4,96	3,48	4,40	3,65	3,45	4,42

исследования образцов дизельного топлива без присадок с различным содержанием серы, вырабатываемых отечественными нефтеперерабатывающими заводами, которые показали, что коррозионные потери металла при снижении содержания серы в диапазоне от 2000 до 3 ppm увеличиваются в 1,7 раза, при этом наиболее заметное увеличение коррозии отмечается в образцах топлив с содержанием серы менее 500 ppm.

Результаты оценки защитных свойств топливных композиций дизельных топлив с различными концентрациями присадок представлены на рисунке 1. Из полученных результатов следует, что при вовлечении присадки КАП-25 в дизельное топливо происходит снижение коррозии металла, особенно при концентрациях 0,02 % масс, что обуславливает ее высокую защитную эффективность. При этом необходимо отметить, что топливо с содержанием присадки КАП-25 — 0,02 % масс по защитным свойствам соответствует дизельным топливам с содержанием серы 2000 ppm.

Для обоснования оптимального состава пакета присадок к малосернистым дизельным топливам, были исследованы образцы композиций присадок на предмет улучшения противоизносных свойств дизельных топлив. Результаты оценки противоизносных свойств дизельных

топлив представлены в таблице 4, из которых следует, что все исследованные композиции присадок уменьшают диаметр пятна износа на 125–184 мкм. Наиболее эффективной по улучшению противоизносных свойств оказалась композиция № 10.

На основании результатов проведенного экспериментального исследования предложен многофункциональный пакет присадок для малосернистых дизельных топлив, включающий КАП-25 и Агидол-1 в соотношении 20:1 и вводимая в топливо в концентрации 0,02 % масс.

При исследовании оптимальной концентрации в топливе получены следующие результаты (таблица 5)

Анализируя полученные результаты, делаем вывод, что наиболее оптимальной с экономической точки зрения будет концентрация присадки 0,02 %

Таким образом, применение предложенного многофункционального пакета присадок позволяет обеспечить сохранение ресурса топливной аппаратуры дизелей при применении малосернистых топлив за счет снижения износа металла в 1,5–2 раза, исключив зависимость отечественных потребителей от импортных производителей противоизносных присадок, а так же полученный пакет присадок в 2,5–3 раза дешевле своих зарубежных аналогов.

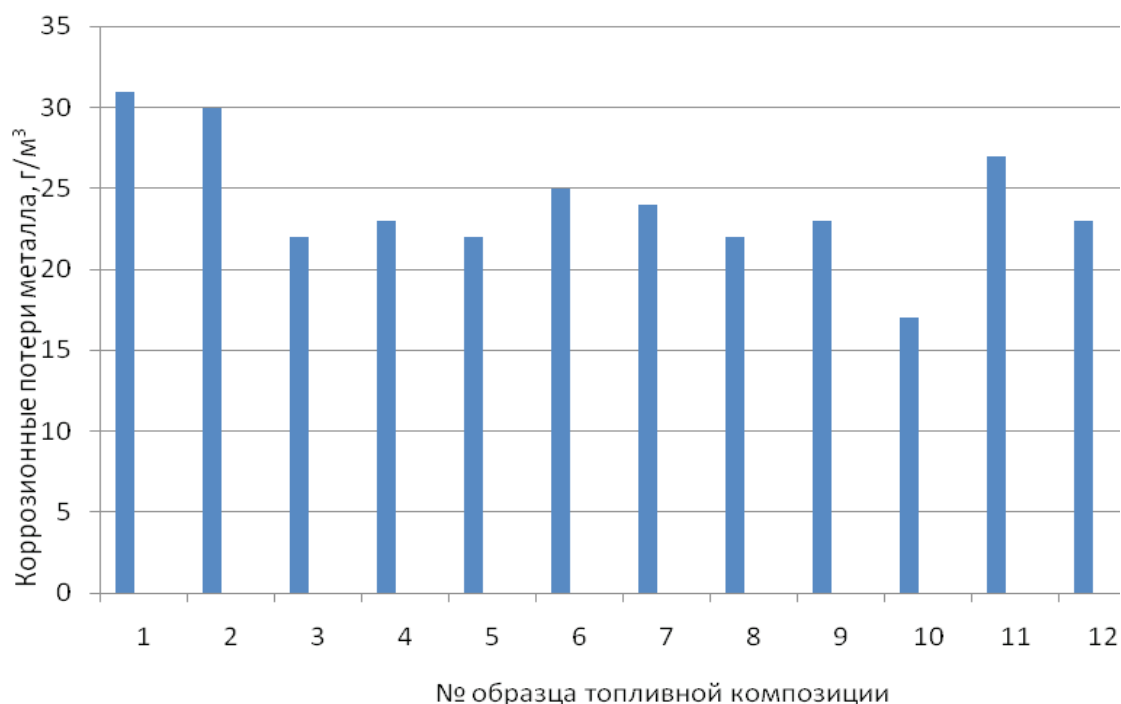


Рис. 1. Коррозионные потери металла в зависимости от концентрации присадок КАП-25 и Агидол-1 в дизельном топливе

Таблица 4

Состав образцов дизельного топлива с 270 ppm серы с присадками и оценка влияния на противоизносные свойства

Состав пакета присадок	Образец композиции присадок											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
КАП-25	0	0	0,02	0,0125	0,02	0,005	0,005	0,02	0,0125	0,02	0,005	0,0125
Агидол-1	0	0,01	0	0,01	0,005	0,001	0,005	0,01	0,001	0,001	0,01	0,005
Противоизносные свойства (д.п.и.), мкм	517	506	303	417	303	452	448	306	420	248	450	414

Таблица 5

Оптимальная концентрация присадки

Концентрация присадки, %	Противоизносные свойства (Д.п.и.), мкм
0,01	402
0,02	248
0,03	232

Литература:

1. Винокуров В.А., Соколов В.В. Моторные топлива и их влияние на экологию больших городов. — Мир нефтепродуктов, №3, 2009. с. 41–42.
2. ГОСТ Р 52368—2005 (EN 590) «Топливо дизельное автомобильное».
3. Федоринов И.А., Анисимов В.И. и др. Опыт получения сверхмалосернистых дизельных топлив по стандарту EN — 590—2005 в ООО «Волгограднефтепереработка». Нефтепереработка и нефтехимия, №1, 2006. с. 23–28.
4. Каминский Э.Ф., Булатников В.В., Хавкин В.А. Перспективы повышения качества нефтепродуктов в России. Мир нефтепродуктов, №5, 2004. с. 20–21.

Вибрационная защита

Романченко Михаил Константинович, кандидат технических наук
Новосибирский техникум автосервиса и дорожного хозяйства

В статье дается анализ существующих методов защиты от вибрации применяемых в промышленности. Предложена уточненная классификация методов защиты.

Ключевые слова: вибрация, механические колебания, методы виброзащиты.

The article deals with the existing methods of protection against vibration used in the industry. Propose a refined classification of methods of protection.

Keywords: vibration, mechanical vibrations, vibration protection methods.

Как известно, при движении механической системы под действием внешних сил в ней возникают механические колебания или вибрации. Эти вибрации оказывают влияние на функционирование механизма и часто ухудшают его эксплуатационные характеристики: снижают точность, уменьшают КПД и долговечность машины, увеличивают нагрев деталей, снижают их прочность, оказывают вредное воздействие на человека-оператора. Примерами таких колебаний могут быть: дрожание токарного резца, ведущее к ухудшению качества поверхности; колебания клапанных пружин, нарушающие моменты газораспределения в двигателе; дрожание пола и дребезжание оконных стекол вследствие работы двигателя неподалеку от здания и т.п. Нередко эти колебания становятся разрушительными; от крутильных колебаний ломаются коленчатые валы, сильные колебания разрушают клапанные пружины, в стенах зданий от распространяющихся через грунт сотрясений образуются трещины. Если не удастся уравновесить и сбалансировать отдельные звенья и механизм в целом, то для снижения влияния вибраций используют различные методы борьбы с вибрацией. С одной стороны при проектировании машины принимают меры для снижения ее виброактивности (уравновешивание и балансировка механизмов), с другой — предусматриваются средства защиты как машины от вибраций, исходящих от других машин (для рассматриваемой машины от среды), так среды и операторов от вибраций данной машины.

Проблема защиты от вибрации и ударов существует на каждом машиностроительном предприятии, в организациях, осуществляющих грузовые и пассажирские перевозки автомобильным и ж/д транспортом, при использовании вентиляционного, холодильного, компрессорного оборудования и т.п. Везде где есть движение, вращение, соударение существует проблема с вибрацией.

Вибрационная защита — это совокупность средств и методов уменьшения вибрации, воспринимаемой защищаемыми объектами. Защищаемыми объектами могут быть люди, управляющие машинами; обслуживающий персонал, находящийся в зоне действия вибрации; здания или иные сооружения; машины, аппараты, приборы, находящиеся в зоне действия вибрации; детали, узлы, меха-

низмы и устройства, входящие в состав машины, работа которой порождает вибрацию.

В соответствии с этим методы вибрационной защиты включают как расчетно-теоретические, так и конструкторско-экспериментальные решения, причем оба вида решений, как правило, взаимосвязаны.

К основным методам виброзащиты относятся следующие.

1. Снижение интенсивности источников вибрации. К источникам вибрации относятся трансмиссии, двигатели, подшипники, зазоры в сочленениях деталей. Эти факторы усиливаются с увеличением износа деталей. Способы снижения интенсивности вибрации специфичны для каждого частного случая. При проектировании конструкции движущиеся массы машины или механизма должны быть уравновешены.

2. Снижение частоты периодического движения механизма, в том числе за предел диапазона частот нормируемой вибрации, связанное с изменением конструкции объекта.

3. Динамическое гашение колебаний, достигаемое с помощью специального динамического виброгасителя, устанавливаемого в систему объекта.

4. Виброизоляция, которая сводится к ослаблению связей между источником и объектом. Демпфирующие элементы и устройства, устанавливаемые между вибрирующей деталью и защищенным объектом, называют виброизоляторами.

Подробно рассматривая методы вибрационной защиты, на основании [1] с учетом защиты человека — оператора [3] можно принять уточненную классификацию методов защиты (рис. 1).

Методы защиты по отношению к источнику возбуждения вибрации подразделяют:

— методы, снижающие параметры вибрации воздействием на источник возбуждения;

— методы, снижающие параметры вибрации на путях ее распространения от источника возбуждения.

Методы защиты, снижающие вибрацию воздействием на источник возбуждения, по виду возбуждения подразделяют:

— методы, снижающие самовозбуждение вибрации;

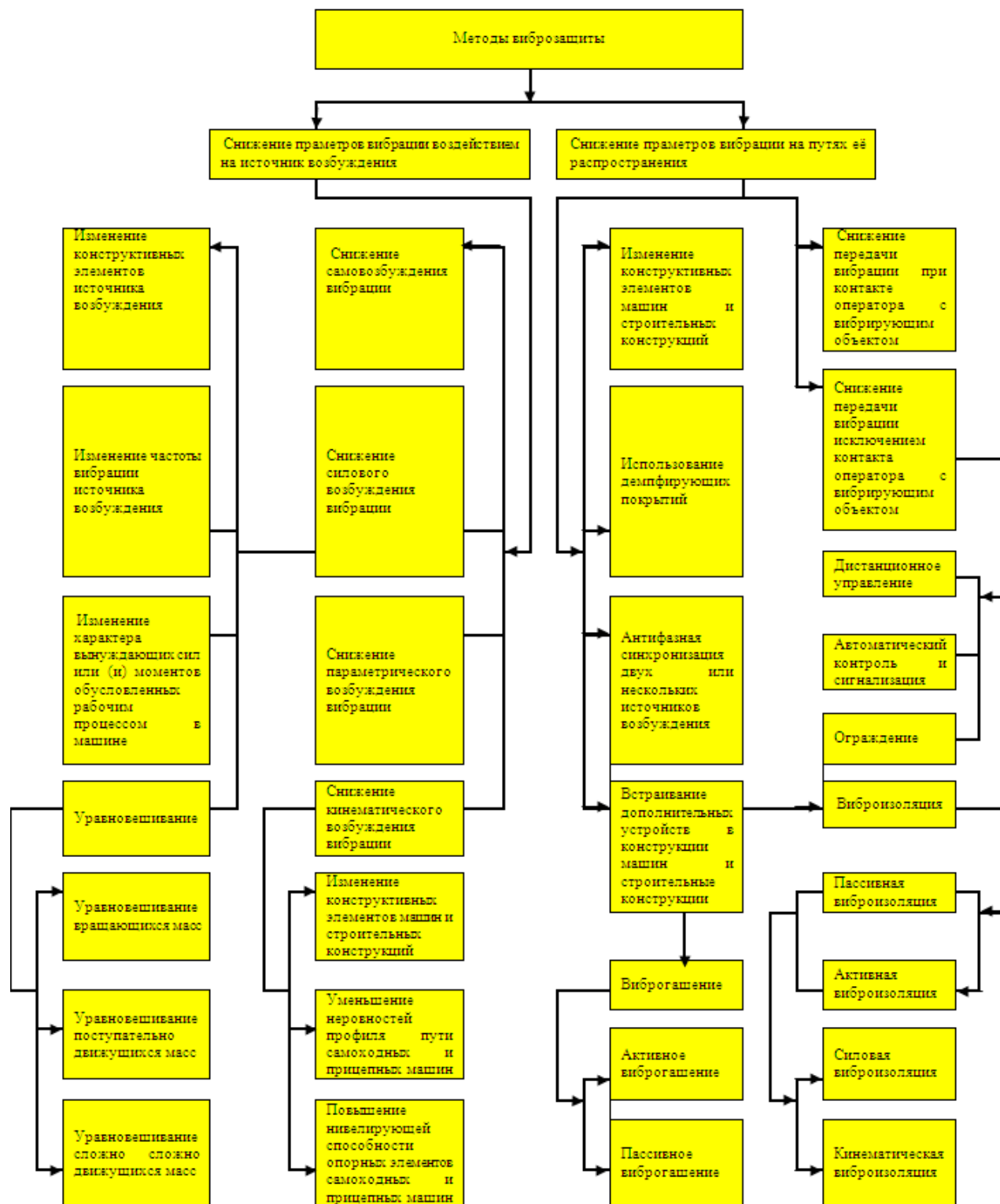


Рис. 1. Методы виброзащиты

— методы, снижающие силовое возбуждение вибрации;
 — методы, снижающие параметрическое возбуждение вибрации;
 — методы, снижающие кинематическое возбуждение вибрации.

Методы, снижающие силовое возбуждение вибрации, по виду реализации подразделяют:

— методы, снижающие возбуждение изменением конструктивных элементов источника возбуждения вибрации;
 — методы, снижающие возбуждение изменением частоты вибрации источника возбуждения вибрации;
 — методы, снижающие возбуждение изменением характера вынуждающих сил или (и) моментов, обуслов-

ленных рабочим процессом в машине.

- методы уравнивания;

Методы, снижающие кинематическое возбуждение вибрации, по виду реализации подразделяют:

- методы, снижающие возбуждение изменением конструктивных элементов машин и строительных конструкций;
- методы, снижающие возбуждение уменьшением неровностей профиля пути самоходных и прицепных машин;
- методы, снижающие возбуждение повышением niveliruyushchey способности опорных элементов самоходных и прицепных машин.

Методы уравнивания по виду движения инерционных масс источника возбуждения вибрации подразделяют:

- методы уравнивания вращающихся масс;
- методы уравнивания поступательно движущихся масс;
- методы уравнивания сложно-движущихся масс.

Методы, снижающие передачу вибрации на путях ее распространения, по виду реализации подразделяют:

- методы, снижающие передачу вибрации изменением конструктивных элементов машин и строительных конструкций;
- методы, снижающие передачу вибрации использованием демпфирующих покрытий;
- методы, снижающие передачу вибрации антифазной синхронизацией двух или нескольких источников возбуждения вибрации.
- методы, снижающие передачу вибрации использованием дополнительных устройств, встраиваемых в конструкцию машин, в строительные конструкции и соору-

жаемых на путях распространения вибрации;

Методы, снижающие передачу вибрации использованием дополнительных устройств, встраиваемых в конструкцию машин и строительные конструкции, подразделяют по принципу действия:

- методы виброизоляции;
- методы виброгашения.

Методы виброизоляции подразделяют по использованию дополнительного источника энергии на:

- методы пассивной виброизоляции,
- методы активной виброизоляции, по виду снижаемого динамического воздействия на:
- методы силовой виброизоляции,
- методы кинематической виброизоляции.

Методы виброгашения по использованию дополнительного источника энергии подразделяют:

- методы пассивного виброгашения;
- методы активного виброгашения.

Методы, снижающие вибрацию на путях ее распространения, по наличию контакта оператора с вибрирующим объектом подразделяют:

- методы, снижающие передачу вибрации при контакте оператора с вибрирующим объектом;
- методы, снижающие передачу вибрации исключением контакта оператора с вибрирующим объектом.

Методы, снижающие передачу вибрации исключением контакта оператора с вибрирующим объектом подразделяют:

- методы, использующие дистанционное управление;
- методы, использующие автоматический контроль и сигнализацию;
- методы, использующие ограждение.

Литература:

1. Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация. ГОСТ 26568—85
2. Левитский Н.И. Колебания в машинах: Учебное пособие для вузов. — М: Наука. Гл. ред. физ. — мат. лит., 1988. — 336 с.
3. Романченко М.К., Пахомова Л.В. «Защита человека от низкочастотной вибрации», — LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2011. — 132 с.

11. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Динамика еловых лесов Дальневосточного федерального округа

Бурлов Александр Николаевич, аспирант
Тихоокеанский государственный университет (г. Хабаровск)

Предметом настоящего исследования авторов являются еловые леса ДФО и их динамика под воздействием природных и антропогенных факторов. Актуальность настоящей проблемы заключена в реальной угрозе потери еловых лесов не только как возобновляемого естественным образом природного ресурса, но и как источника сохранения флоры и фауны, зависящих от состояния данных лесов.

По степени распространения и хозяйственному значению елово-пихтовые леса (ельники), занимают ведущее положение в ряду лесных формаций Дальнего Востока. Составляя одну пятую (19,6%) всех запасов еловой древесины Российской Федерации, они представляют собой крупнейшую сырьевую базу для лесоперерабатывающих предприятий целлюлозно-бумажного и химического производства. Ельники, после лиственничников, являются на территории ДФО второй формацией по площади и занимают 13,89 млн. га, общий запас пихтово-еловых лесов округа составляет 2,3 млрд. м³. Огромные площади и запасы ельников, а также их хорошая возобновляемость в естественных условиях дают почву представлениям о неисчерпаемости данного ресурса. Опираясь на данную позицию, исчисляется и расчетная лесосека, которая составляет для хвойных лесов более 45 млн. м³. Между тем природа темнохвойных лесов, способы восстановления их на вырубках изучены еще недостаточно, поэтому реалии

далеки от оптимизма в отношении хвойных пород и, непосредственно, ельников.

Данные таблицы и приведенная диаграмма отражают динамику, свидетельствующую о том, что прирост общей площади лесов в 1990 году фактически прекратился. В свою очередь, начиная с 1990 года, прирост ельников по площади произрастания не только сократился, но и появилась выраженная тенденция к ее уменьшению на 578 тыс. га (4%). При этом мягколиственные породы, естественным образом, частично занимают освобождающееся пространство.

Из диаграммы (рис. 2) видно, что, начиная с восьмидесятых годов, относительная стабилизация общей площади лесных земель сопровождается постоянным снижением территории хвойных лесов, а освободившееся пространство лишь частично (менее 50%) заполняется низкотоварными лиственными породами. Очевидные изменения, произошедшие за незначительный для учета лесных трансформаций двадцатилетний период вследствие техногенного воздействия, позволили проверить достоверность предлагаемой таксономической методики формализации лесоэксплуатационных характеристик (параметров) лесосек. Проведенный анализ динамики запасов лесов с 1966 по 2006 год (табл.2 и рис. 3) характеризует существенную деградацию ельников.

Запас спелых и перестойных хвойных насаждений сократился на 4,8 млрд.м³ (32%), при этом запас спелых и

Таблица 1

Динамика покрытых лесной растительностью земель ДФО по породам, млн. га

Год учета	Покрытые лесной растительностью земли						
	всего	хвойные		твердолиственные	мягколиственные	прочие древесные породы	кустарники
		итого	Е,П	итого	итого	итого	итого
1966	243,1	184,1	13,31	10,3	11,7	1,4	35,6
1973	253,7	191,9	13,89	11,7	13	0,5	36,6
1978	257,3	193,5	14,03	11,3	13,6	0,3	38,6
1985	266	198,6	14,4	11,8	14,5	0,03	41,1
1990	274,9	199,8	14,47	11,6	15,2	0,01	48,3
1995	273,7	196,9	14,25	12	16,2	0,8	47,8
2000	277,8	194,7	14,11	12,2	17,2	1,1	52,6
2006	275,1	191,9	13,89	12,4	17,3	1	52,5

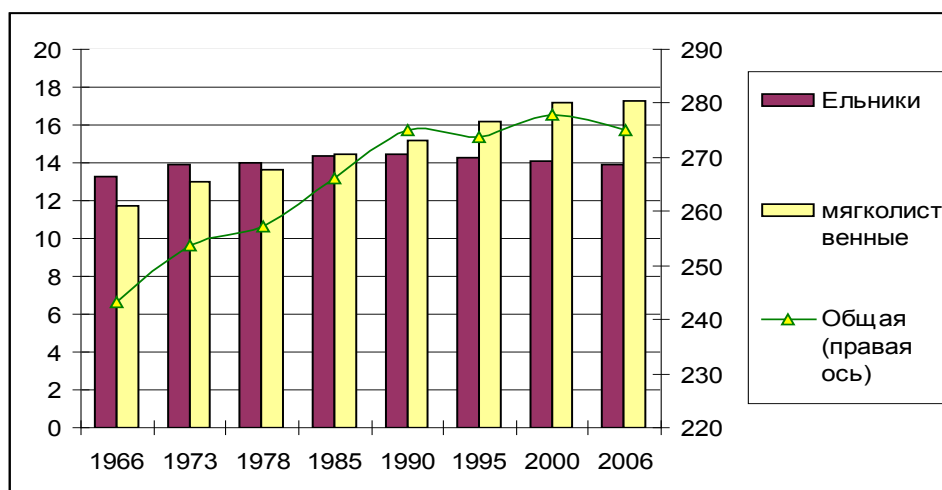


Рис. 1. Диаграмма динамики покрытых лесной растительностью земель ДФО

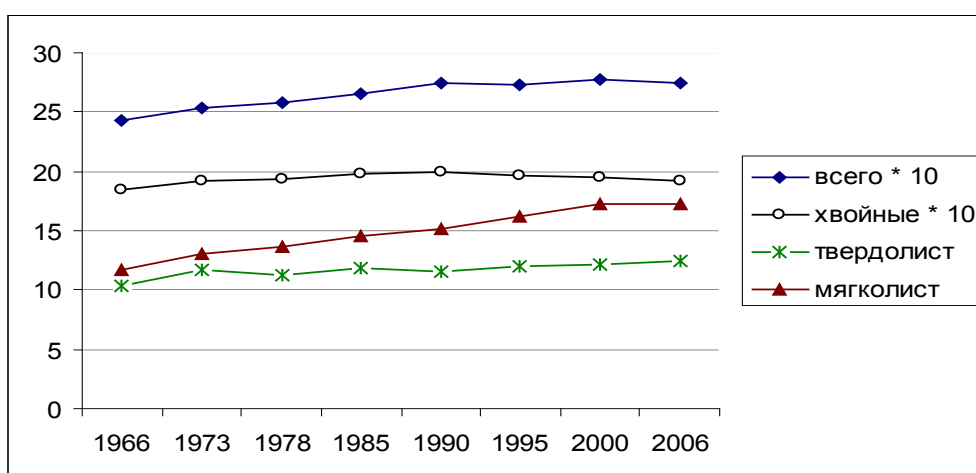


Рис. 2. Диаграмма динамики лесных земель ДФО по преобладающим породам

перестойных ельников в ДФО снизился на 1,6 млрд.м³ (40%).

Аппроксимация изменений запаса спелых и перестойных пихтово-еловых лесов за период 1966–2006 годы позволила построить математическую модель динамики ельников региона:

$$Y = 1,2835 \cdot (69,2773 - 0,0337 \cdot X),$$

где X — год наблюдения.

(Показатели адекватности построенной модели: среднее отклонение 3,7535; средне-квадратичное отклонение 0,251; коэффициент корреляции равен 0,8948).

Прогнозные расчеты, проведенные с помощью приведенной модели, показывают, что в случае сохранения указанных выше тенденций формирования ельников, как возобновляемый ресурс, практически уже перестанет существовать всего через сорок лет (см. рис. 4).

Главными причинами снижения лесопромышленного и экологического потенциала пихтово-еловых лесов явля-

ются такие факторы, как интенсивное антропогенное воздействие, лесные пожары и усыхания. Масштабы воздействия указанных факторов привели к прогрессирующему истощению и ухудшению качества еловых лесов региона, большим потерям древесины и изменению экологической обстановки на огромных площадях. Эти заключения подтверждены исследованиями А.С. Шейнгауза, А.П. Ковалева и др. Простых способов разрешения проблемы уничтожения ельников не существует, здесь переплелись вопросы не только экономического, нормативно-правового, социального и экологического характера, но и множество природно-производственных факторов.

Так, например, хорошо зарекомендовавшая себя узкопассажная технология разработки лесосек с использованием бензомоторных инструментов и трелевочных тракторов с тросовым технологическим оборудованием потенциально позволяет сохранить до 80% подроста при зимних и 60–65% — при летних лесозаготовках. Такое количество сохраняемого подроста практически обеспечи-

Таблица 2

Динамика запасов древесины ДФО, млрд.м³

Год учета	Запас древесины, млрд.м ³			
	общий	в т.ч. спелые и перестойные		
		всего	из них хвойные	из них еловые
1966	22,42	17,07	14,96	3,88
1973	22,31	16,56	14,48	3,63
1978	22,19	18,58	14,19	3,61
1985	22,01	14,84	13,12	3,26
1990	21,24	13,15	11,47	2,74
1995	20,96	12,40	10,67	2,5
2000	20,94	12,10	10,35	2,44
2006	20,70	11,90	10,10	2,3

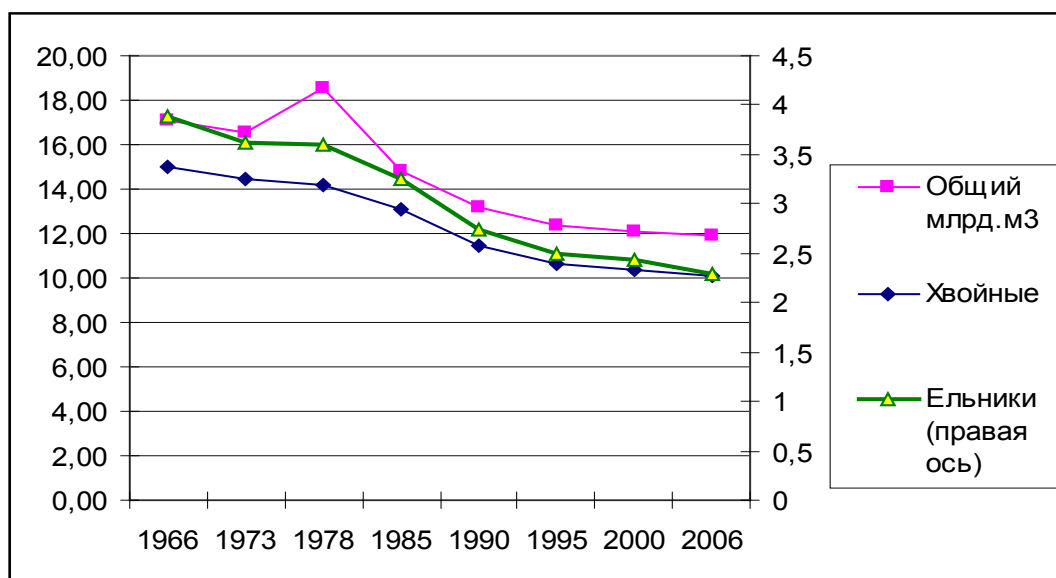


Рис. 3. Диаграмма запаса ельников

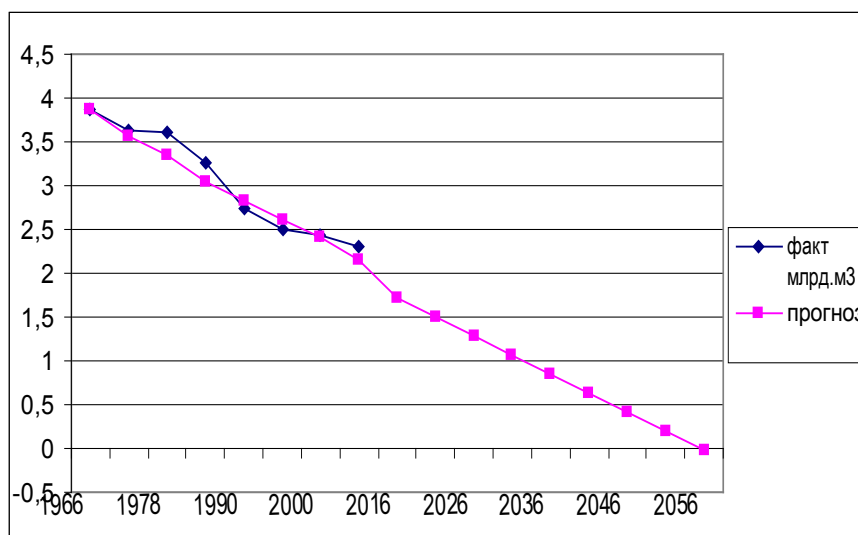


Рис. 4. Диаграмма прогнозного расчета запаса ельников

вадет надежное естественное лесовосстановление на 70 % площади вырубок [4]. Однако обследование современных лесосек промышленных рубок показывает, что на практике наблюдаются существенные отклонения технологических параметров разработки деланок методом узких лент от утвержденных нормативов. Прежде всего, нарушаются приемы валки деревьев и их транспортировки — валка деревьев, зачастую, производится без применения приспособлений для осуществления направленной валки стволов под углом не более 30° вершиной к волоку, деревья на полупасаках валятся, в большинстве случаев, с учетом только их естественного наклона как вершиной, так и комлем в направлении трелевки древесины, при трелевке за комли отмечены постоянные съезды трактора с волока. Сохранность подлежащих рубке деревьев и подроста при таких отклонениях снизилась практически вдвое, а их выживание практически в четыре раза, что в сочетании с последующим за этими нарушениями ветровалом фактически полностью лишают эти деланы возможности хотя бы частичного естественного возобновления.

Проведенные исследования являются актуальными не только в регионе, но и в масштабах всей страны, ельники гибнут во многих регионах, в частности в Архангельской области площадь усыхания еловых лесов за последние годы увеличилась примерно на 50 % и оценивается сегодня более чем в 2 млн. га.

В ДФО массовое усыхание пихтово-еловых лесов в двадцатом веке также, происходило неоднократно, одной из основных причин, кроме нарушений тока подземных вод, вызываемых техногенным воздействием, считается нарастающий процесс ксеротизации территорий всего региона.

Прогрессирующее истощение и ухудшение качества древесных лесных ресурсов, снижение их природоохранного и экологического потенциала требует незамедлительного изменения стратегии лесопользования, перехода на ресурсосберегающие технологии лесозаготовок и переработки древесного сырья, совершенствование методов ведения лесного хозяйства.

Для решения этой проблемы, в первую очередь, необходимо соблюдение следующих основных лесохозяйственных, экологических и технологических принципов [1]:

- сохранение постоянства покрытия лесом территорий лесозаготовок;
- снижение временного интервала между заготовкой леса лесовосстановлением;
- внедрение современных технологий и систем лесозаготовительных машин, обеспечивающих сохранение лесной среды на вырубаемых площадях и снижение количества выбросов отработанных газов в атмосферу;
- совершенствование технологических процессов функционирования предприятий лесопромышленного комплекса с полным и рациональным использованием древесины.

Комплексная реализация указанных принципов возможна при четком выполнении всех нормативных и за-

конодательных актов Федерального и регионального значения, регламентирующих порядок использования и назначения способов и технологий рубок в различных лесорастительных условиях.

В работе [2] А.П. Ковалев предложил методические рекомендации и специальный алгоритм для ПК по автоматизированному выбору оптимального сочетания способов рубок, систем лесозаготовительных машин и технологий лесосечных работ при организации и проведении рубок промышленных рубок в дальневосточных лесах.

Анализ результатов наших исследований по оценке природно-производственных факторов субъектов ДФО в приложении к вышеуказанному программному продукту, показывает, что необходимо произвести коренное перераспределение систем рубок в следующих пропорциях: доля сплошных рубок — должна находиться в пределах 10—35 %; выборочных — 70—90 %, в том числе постепенных — 20—35 %. Предлагаемое соотношение систем рубок позволит обеспечить выполнение одного из главных принципов устойчивого лесопользования — сохранение экологического потенциала и биологического разнообразия лесов, а также непрерывного пользования лесом [3].

Сохранение подроста в лесном хозяйстве оценивается как одна из важнейших мер содействия естественному возобновлению леса, способствующая ускоренному лесовоспроизводству. Проблема рационального соотношения способов искусственного лесовосстановления и естественного возобновления леса эффективнее всего решать в рамках предприятий, реализующих весь цикл лесосечных и лесовосстановительных работ.

Сохранение подроста и молодого поколения леса при всех системах рубок позволяет сократить, по сравнению с лесными культурами, не менее чем 2—3 раза количество уходов за молодыми древостоями и на 20—30 лет уменьшить сроки лесовыращивания [3].

В качестве весомого аргумента в пользу возможности исправить ситуацию с вырождением ельников, как возобновляемого естественным образом ресурса, можно привести яркий пример с кедровниками ДФО. В свое время уникальная биосфера региона потеряла вследствие лесозаготовок львиную долю «кормильца» дальневосточной тайги — кедр. Однако введенные обоснованные мероприятия и ограничения позволили стабилизировать положение с деградацией кедровников. Естественно, еще очень рано говорить о восстановлении кедровника, но факт приостановления темпов деградации говорит о том, что принятые научно обоснованные меры были хоть и запоздалые, но по сути верные в отношении кедровых лесов и их обитателей.

На основе проведенных аналитических исследований и результатов прогнозных расчетов можно сделать следующие выводы:

- промышленные рубки, реализуемые в настоящее время в ельниках, не отвечают современной концепции устойчивого и неистощительного лесопользования и воспроизводства природных ресурсов; ельники истребляются в угоду экономических выгод лесопользователей;

— реализуемые технологии и системы машин лесозаготовительного производства оказывают значительное негативное влияние на состояние и направление развития пихтово-еловой формации региона;

— заготовка древесины без учета лесоводственно-экологических требований, лесные пожары и усыхание привели к значительному уменьшению площади и запасов ельников;

— пихтово-еловые леса, пройденные сплошными рубками, практически не способны к естественному возобновлению, в связи с чем необходимо отказаться совсем или свести к минимуму проведение в них сплошных рубок.

Общая доля выборочных и постепенных рубок уже сейчас должна составлять не менее 90 %;

— реализуемые технологии и системы машин лесозаготовительного производства оказывают значительное негативное влияние на состояние и направление развития пихтово-еловой формации региона, поэтому задача поиска новых экологизированных технологий и систем машин для лесозаготовок является очень актуальной;

— для предотвращения кризисной ситуации в регионе необходимо в срочном порядке начать работу по разработке концепции управления пихтово-еловыми лесами Дальнего Востока на принципах устойчивого лесопользования.

Литература:

1. Ковалев А.П. Роль способов рубок в рациональном использовании природных ресурсов Дальнего Востока // Рациональные основы организации и ведения лесного хозяйства — Хабаровск: Изд-во ФГУ ДальНИИЛХ. 2001. С. 197—219.
2. Ковалев А.П. Лесоводственно-экологические основы устойчивого лесопользования на Дальнем Востоке. Дис. на соиск. учен. степени д.с/х.н., Уссурийск. 2004. 312 с.
3. Ковалев А.П., Рябухин П.Б., Чельшев В.А. Современное состояние лесов российского Дальнего Востока и перспективы их использования. Хабаровск: Изд-во ФГУ ДальНИИЛХ, 2008. — 470 с.
4. Манько Ю.И., Усольцев В.М. Особенности адаптации предварительного подроста на вырубках в пихтово-еловых лесах центральной и северо-восточной части Приморского края // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 2001. С. 342—344.

К вопросу универсализации агромелиоративных машин в условиях Туркменистана

Данатаров Агахан, кандидат технических наук, докторант;
Ашыров Сердар Чашеминович, старший преподаватель
Туркменский сельскохозяйственный университет (г. Ашхабад)

Мухамметмырадов Какамырат, аспирант;
Рустамов Сердар, преподаватель
Туркменский сельскохозяйственный университет имени С.А. Ниязова (г. Ашхабад)

The results of research on the theory and practice of increasing the fertility of irrigated soils, a combination of organic and complex mineral fertilizers can increase soil fertility faster than the use of each type of fertilizer alone. The positive effect of the use of the proposed facility is that it allows the development of soil and fertilizer in its high strength only on the volume of the root system of cultivated with row means the crop, which significantly reduces fuel consumption while preparing the soil for cultivation of this crop in comparison with the continuous loosening field. The positive side of the invention is the fact that the fields with deep tillage is particularly well moistened irrigated waters deeper layers of the soil, the water supply remains stable. Improving water penetration and water regime for deep loosening of soil associated with improved breathability aeration. This set of conditions conducive to the development and improvement of the microbiological activity of soluble nutrients around the root zone of crops.

В статье представлены результаты исследований по теории и практике повышения плодородия орошаемых почв, сочетание органических и комплексных минеральных удобрений способно быстрее поднять плодородие почвы, чем использование каждого вида удобрений в отдельности. Положительный эффект от использования заявляемого объекта заключа-

ется в том, что он обеспечивает разработку и удобрение почвогрунта в условиях его высокой прочности только на объём корневой системы возделываемого рядковым способом культурного растения, что существенно снижает расход топлива при подготовке грунта к возде-

ливанию данной культуры по сравнению со сплошным рыхлением поля.

Уменьшение деградации почв и повышение их качества является основой экологической интенсификации агротехнологий. Качество почвы, так же как и урожайность, является сложным понятием, которое трудно определить или измерить. Качество почвы трактуется как способность поддерживать биологическую продуктивность, сохранять окружающую среду, развитие здоровых растений и животных. Не взирая на обширность этого определения, можно согласиться, что поддержание продуктивности растений через оптимальные резервы питательных веществ в почве, способность ее сохранять влагу и благоприятную структуру для роста корней являются теми свойствами, которые влияют на ее экологию. Снижение качества почвы в результате антропогенного воздействия может быть определено как ее деградация. Водная и ветровая эрозии, химическая деградация (включая истощение питательных веществ и закисление почвы, химическое загрязнение) и ухудшение физических свойств почв главные виды ее деградации. Для разуплотнения пахотного и подпахотного горизонтов почвы, отвода излишней влаги с поверхности поля и накопления ее в нижних слоях разработаны глубокорыхлители-щелеватели с глубиной обработки 0,6–0,7 м, а в отдельных случаях до 1 м. Создан также комплекс машин для глубокого рыхления почвы с внесением животноводческих стоков. Глубина заделки жидкого навоза >8 см при глубине рыхления до 80 см. Глубокорыхлители содержат V-образные стойки [6].

Известен способ глубокого рыхления почвы, включающий срезание стружки почвы, с образованием расширяющейся к поверхности зоны рыхления, а срезание каждого из слоев почвы производят с опережением относительно нижележащего слоя почвы. Срезание стружек почвы проводят с одновременным их смещением к центру зоны рыхления под действием результирующей силы, которая направлена под углом

$$\alpha = 55^\circ \pm 10^\circ - \beta$$

где: α — угол направления результирующей силы при срезании стружек почвы; β — угол необходимого бокового расширения зоны рыхления почвы на уровне i -той стружки.

Способ осуществляют как при последовательном перемещении в почве рыхлящих элементов, так и при объединении их в единую систему.

Известен также способ глубокого рыхления почвы (патент на изобретение [2], включающий комплексное воздействие на пласт системы деформаторов с образованием расширяющейся к поверхности зоны рыхления, а зоны рыхления деформаторов совмещены, отличающийся тем, что на пласт воздействуют вертикальным деформатором, обеспечивая между линиями скалывания угол $\gamma < 90^\circ - <\varphi_1$, где: φ_1 — внутренний угол трения в почве к граничной линии зоны рыхления горизонтального деформатора, а вспомогательным и горизонтальными деформаторами воздействуют с получением точки пересечения

граничных линий их зон рыхления, лежащей на поверхности поля.

Целью обоих технических решений является повышение качества рыхления почвы путём комплексного воздействия на пласт системы деформаторов с образованием расширяющейся к поверхности зоны рыхления без перемешивания слоев и выноса их на поверхность при совмещении зон рыхления деформаторов.

Способы, приведённые в аналогах, предназначены для рыхления почв, но не решают комплекс проблем, связанных с технологией предпосевной обработки почв с одновременным внесением жидких органоминеральных удобрений в зону рыхления.

Известен способ обработки почвы и посева [3], включающий послойное рыхление пахотного горизонта, последующее внесение удобрений и высеивание в почву семян. Этот способ обладает существенными недостатками — он малоэффективен и несовершенен при обработке тяжелых суглинистых и черноземных почв. Он сопровождается образованием глыб. Естественно, что сухие глыбы трудно разрушить другими видами обработок. В итоге активно формируется плужная подошва, плохо пропускающая влагу по плоскости среза в нижний корнеобитаемый горизонт. Изменить физическую природу безотвальной обработки почвы, позволяющую выполнять глубокое и качественное крошение почвы, можно тремя способами. Во-первых, если напряжение среза заменить напряжением скола, сдвига, смятия и растяжения, которые разъединяют почвенные комки по линиям минимальных внутренних связей, удерживающих почвенные агрегаты в монолите. Во-вторых, если тяговое усилие, создаваемое машиной и трактором, будет направлено в почве не по линиям резания, как это имеет место у плоскореза, а по значительно большей площади контакта, когда диссипация кинетической энергии происходит более равномерно во всем обрабатываемом объеме почвы. Например, при сдвиге почвенного гребня треугольного или трапециoidalного сечения. В третьих, уменьшив зону разрушения и сдвига одним рабочим органом и увеличив их количество на агрегате, получаем равномерно распределению по всей ширине захвата энергию и более качественное крошение, и рыхление почвы. Таким образом, повысить качество обработки сухих и склонных к глыбообразованию почв можно, если в конструкции рабочего органа кроме режущих и оборачивающих элементов включены элементы скола и сдвига частиц относительно друг друга и неподвижного пласта, которые обеспечивают в полном объеме качественное крошение почвы в нижнем слое пахотного горизонта, сепарацию его верхнего слоя, выбрасывание на поверхность поля сорных растений и их проростков, где они теряют контакт с влажной почвой и засыхают. В итоге такая система обработки почвы на глубину до 60 см обеспечивает достаточное накопление и сбережение влаги, создает рациональный пищевой и водно-воздушный режим в корнеобитаемом слое почвы, значительно (на 80–85 %) экономит затраты на энергию и горюче-смазочные мате-

риалы на производство высоких урожаев основных сельскохозяйственных культур. Применение способа обработки почвы может быть более эффективно реализовано в условиях дефицита влаги в период сева и последующей вегетации культурных растений в зонах достаточного, но неустойчивого увлажнения. Разрушение уплотненного слоя подпочвы, препятствующего проникновению корней в более глубокие горизонты, и подача в нее удобрений резко повышает пищевой режим и улучшает обеспеченность посевов продуктивной влагой.

Наиболее близким по технической сущности аналогом заявляемого изобретения, принятого нами за прототип является способ обработки почвы перед посевом. Способ включает послойное рыхление пахотного горизонта с образованием траншей трапецеидального сечения, заполненных взрыхленной почвой, причём формирование производят путём скола почвы на глубину, оптимальную для данного растения с образованием мелко комковатого слоя в зоне основной массы корневой системы культурного растения и внесения удобрений. Задача этого изобретения — эффективное и качественное крошение почвы на глубину залегания основной массы развитой корневой системы сельскохозяйственных культур, сохранение и накопление влаги, уменьшение эрозии почв от поверхностного стока, снижение затрат на гербициды и горюче-смазочные материалы и гарантированное повышение урожая основных культур, произрастающих в засушливых условиях.

Однако способ, рассмотренный в прототипе, не решает проблему предпосевной обработки тяжёлой, слабопроницаемой почвы, так как в этих условиях, глубокая вспашка на глубину корневой системы растений без специально разработанного способа рыхления, практически невозможна из-за возникающих очень больших тяговых усилий. Кроме того, в прототипе отсутствует единый технологический процесс приготовления питательного раствора органоминеральных удобрений, необходимых растениям при их всходах и в начальной стадии роста, и непосредственного пропитывания питательным раствором рыхлого слоя на всю глубину будущей корневой системы взрослого растения, вносимого одновременно по всей глубине разрыхлённого слоя.

Ещё один технический результат заключается во внесении в только что разрыхлённую почву питательного раствора, содержащего полный комплект органоминеральных удобрений, необходимых высаживаемому растению на начальной стадии роста.

Устанавливают норму подачи питательного раствора на погонный метр разрыхлённого грунта в количестве 10 литров. При этом площадь промачиваемого грунта на поверхности пахотного горизонта составляет 0,45–0,50 м. Используя вышеприведённые нормы, определяют состав питательного раствора применяемого для пропитки всей толщи разрыхлённой почвы при её траншейном рыхлении на всю глубину корнеобитаемого слоя. В результате пересчёта устанавливают концентрацию органических и минеральных удобрений в одном литре питательного раствора,

он составляет: количество жидкого навоза 0,50–0,60 кг/л; количество азотных удобрений (в пересчёте на азот N) 0,45–0,50 г/л; количество фосфорных удобрений (в пересчёте на P_2O_5) 0,45–0,50 г/л; количество солей калия 0,05–0,10 г/л.

Питательный раствор готовится в оборудованной химической лаборатории на ферме вблизи полей и развозится по агрегатам, осуществляющим подготовку почвы под высеv хлопчатника. При этом, в результате внесения комплексных удобрений происходит формирование благоприятного водного, воздушного, теплового, светового и пищевого режима в почве за счёт её глубокого рыхления с одновременным внесением жидких органоминеральных удобрений на всю глубину разрыхлённого корнеобитаемого слоя. При этом, уменьшается расход горючих материалов за счёт замены сплошного рыхления поля на локальное траншейное рыхление, ограниченное глубиной корнеобитаемого слоя в зоне рядкового посева хлопчатника (например, рядковый посев хлопчатника с междурядьем 90 см).

Таким образом, процесс рыхления почвы под рядковый посев хлопчатника должен производиться на глубину 50 см, причём верхний клин-деформатор должен проходить на глубине 35 см от горизонта иметь ширину 35 см, а ширина нижнего клина-деформатора должна составлять 20 см. В результате, в плотной почве образуется трапецеидальная, расширяющаяся кверху траншея, глубиной 50 см, шириной, понизу 20 см и шириной поверху 50–55 см, заполненная комьями разрыхлённой почвы. Причём, готовый, приготовленный в стационарных условиях питательный раствор, доставляется на поле и заливается в агрегат, который осуществляет реализацию на практике заявляемый способ предпосевной обработки тяжёлой, малопроницаемой почвы под культуру рядкового посева в условиях орошения [4,5].

Таким образом, сочетание органических и комплексных минеральных удобрений способно быстрее поднять плодородие почвы, чем использование каждого вида удобрений в отдельности. Положительный эффект от использования заявляемого объекта заключается в том, что он обеспечивает разработку и удобрение почвогрунта в условиях его высокой прочности только на объём корневой системы возделываемого рядковым способом культурного растения, что существенно снижает расход топлива при подготовке грунта к возделыванию данной культуры по сравнению со сплошным рыхлением поля.

Положительной стороной изобретения является также то, что на полях с глубокой обработкой почвы особенно хорошо увлажняются поливными водами глубокие слои почвы, устойчиво сохраняется водный запас. Улучшение водопроницаемости и водного режима при глубоком рыхлении почвы связано с улучшением воздухопроницаемости аэрации. Этот комплекс условий благоприятствует развитию микробиологической деятельности и улучшению количества растворимых питательных веществ во всём корнеобитаемом слое культурных растений.

Литература:

1. Борисенко, И.Б. Совершенствование ресурсосберегающих и почвозащитных технологий и технических средств обработки почвы в острозасушливых условиях Нижнего Поволжья. Диссертация доктора технических наук. Волгоград 2006. С. 4–402.
2. RU №2136129 C1, 10.09.1999. Способ глубокого рыхления почвы Автор (ы): Дьяченко Г.Н., Мозговой Ю.И., Дьяченко А.Г., Соловьев С.Г. Заявка: 98105868/13, 26.03.1998. Опубликовано: 10.09.1999
3. SU 1572439 A1, 23.06.1990 Способ обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур. Автор (ы): Руцкой А.В., Котельников В.Я. Заявка: 2000129184/13, 21.11.2000. Опубликовано: 10.02.2003
4. Пат. №11/101144 Способ предпосевной обработки тяжелой малопроницаемой почвы под культуру рядкового посева в условиях орошения. Автор (ы): А. Данатаров, С.Ч. Ашыров, Б.Д. Тораев, К. Мухамметмырадов, М.К. Абылов (ТМ), 2011.
5. Пат. №11/101145 Комбинированное устройство для глубокого рыхления грунта с одновременным внутрипочвенным внесением жидких органоминеральных удобрений. Автор (ы): А. Данатаров, С.Ч. Ашыров, Б.Д. Тораев, Х. Назаров, К. Мухамметмырадов, М.К. Абылов (ТМ), 2011.
6. Максименко, В.П. Комплексная мелиорация уплотненных почв на орошаемых землях Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора с\х наук. Москва – 2011. с. 46.

Методы и машины для глубокого рыхления грунта с одновременным внутрипочвенным внесением жидких органоминеральных удобрений

Данатаров Агахан, кандидат технических наук, докторант;
Ашыров Сердар Чашемович, старший преподаватель
Туркменский сельскохозяйственный университет (г.Ашхабад)

Мухамметмырадов Какамырат, аспирант;
Рустамов Сердар, преподаватель
Туркменский сельскохозяйственный университет имени С.А. Ниязова (г.Ашхабад)

The results of research on the theory and practice of increasing the fertility of irrigated soils. In the patent analysis of technical solutions designed for deep loosening of soil with simultaneous application layer loosened to a depth of liquid organic fertilizers, was found with similar devices essential features of the claimed combination unit for deep loosening of soil while subsurface application of liquid organic fertilizers. The proposed set of essential features ensure preparation of soil to a depth and width of the plants cultivated with row manner, while liquid fertilizer into the layers of soil loosened by the entire stock, and this set of characteristics that are substantially different from the declared object known analogues.

Key words: *Methods and machines subsoiling ground with simultaneous subsurface application of liquid organic fertilizers.*

В статье представлены результаты исследований по теории и практике повышения плодородия орошаемых почв. В ходе патентного анализа технических решений предназначенных для глубокого рыхления грунта с одновременным внесением на глубину разрыхлённого слоя жидких органоминеральных удобрений, не было найдено устройств с аналогичными существенными признаками заявляемому комбинированному устройству для глубокого рыхления грунта с одновременным внутрипочвенным внесением жидких органоминеральных удобрений. Предложенная совокупность существенных признаков обеспечивает подготовку почвогрунта на глубину и ширину возделываемого рядковым способом растения при одновременном внесении жидких удобрений в слой разрыхлён-

ного почвогрунта на весь его объём и, эта совокупность признаков, существенно отличает заявляемый объект от известных аналогов.

Уплотнённый слой почвы препятствует распространению корневой системы, снижает объёмы аккумуляции продуктивных влагозапасов, доступность растениям влаги и элементов минерального питания из более глубоких горизонтов. Орошение как фактор устойчивости производства растениеводческой продукции в засушливых условиях ряда регионов может сопровождаться эрозийными процессами и гидроморфизмом. Это является результатом недостаточного научного обоснования режимов и технологии орошения сельскохозяйственных культур. Поэтому проблема совершенствования

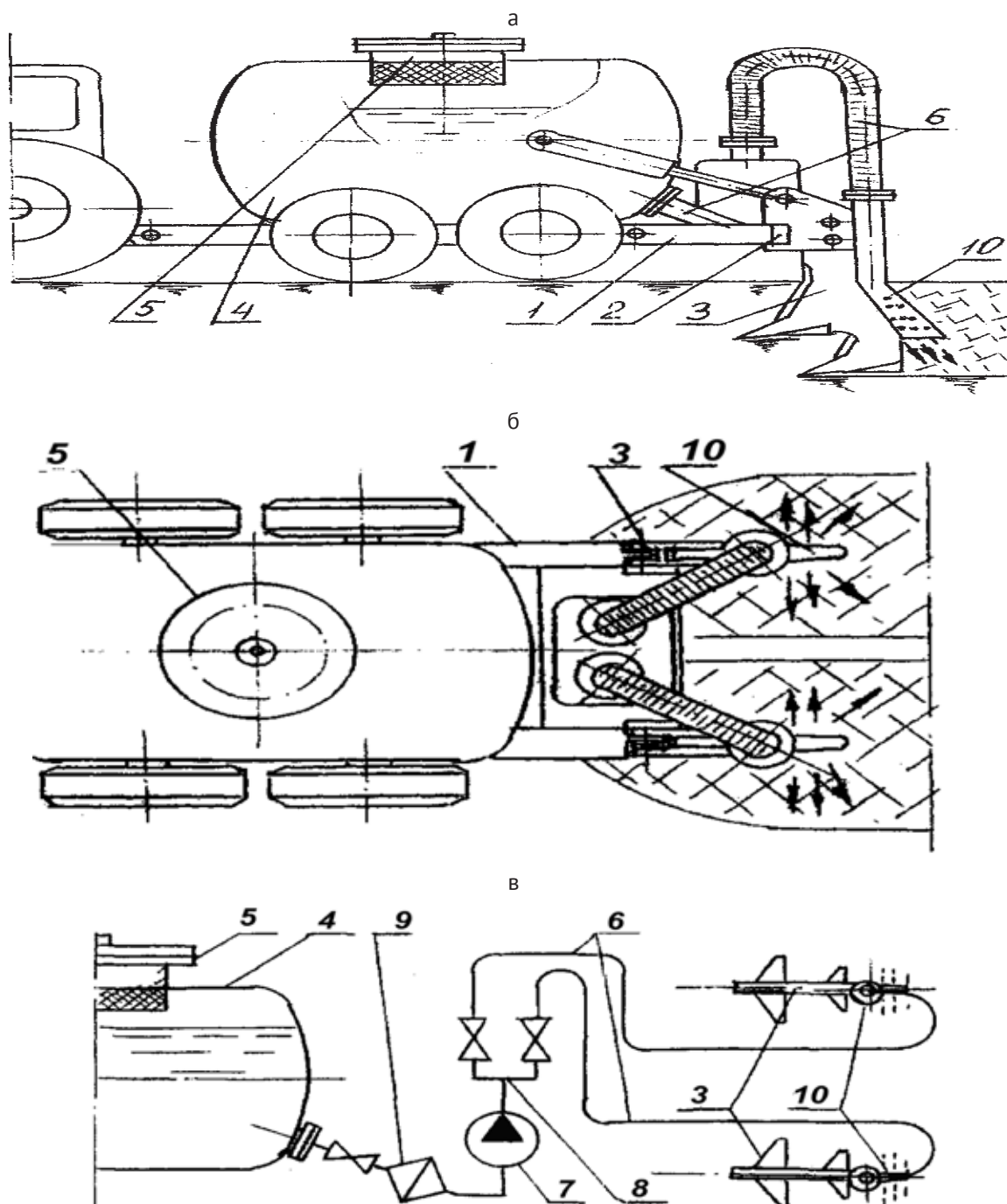


Рис. 1. Схема комбинированного устройства для глубокого рыхления грунта с одновременным внутривпочвенным внесением жидких органоминеральных удобрений (а – вид сбоку, б – сверху) и их подачи от ёмкости до устройства их внесения (в): 1 – прицепная колёсная рама; 2 – поперечная балка; 3 – рыхлитель грунта; 4 – ёмкость; 5 – заправочная горловина; 6 – трубопроводы; 7 – насос; 8 – система распределения жидких потоков; 9 – фильтр; 10 – устройство для внесения удобрений

технологии орошения на основе адаптивно-ландшафтных подходов, обеспечивающих рациональное использование водных и земельных ресурсов, очень актуальна. Наибольший эффект ресурсосбережения достигается при комплексной мелиорации земель с использованием животноводческих стоков как необходимого элемента восполнения органического вещества в экологическом земледелии [1].

Целью данного исследования является разработка оптимальных параметров аэрационного дренажа и глубокого рыхлителя, теоретическое и экспериментальное обоснование комплексных мелиораций для интенсивного восстановления плодородия переуплотненных деградированных почв на орошаемых землях.

Известна машина для дифференциального внесения удобрений, содержащая транспортное средство с уста-

новленными на нём гидрорезервуаром для удобрений, компрессором, ресивером, дозатором, эжектором, системами подачи, регулирования и распределения удобрений и сжатого воздуха, штангой с рабочими органами, блоком контроля и управления работой машины [2,3]. Резервуар снабжен заправочной горловиной, предохранительным клапаном, манометром и связан через клапан, фильтр и дозатор с распределительной системой внесения удобрений. Эта машина предназначена для дифференцированного внесения готовых удобрений в зависимости от сигналов навигационной системы. Ее достаточно сложная конструкция не предусматривает приготовление раствора, и она оснащена дорогостоящим оборудованием. Она также не решает проблемы внесения удобрений на глубину разрыхлённого слоя при работе с тяжёлыми почвогрунтами.

Таким образом, использование данного агрегата решает техническую задачу энергосбережения топлива при подготовке тяжёлого почвогрунта к возделыванию культурного растения рядовым способом. Рыхлению подвергается не весь пахотный слой, а только траншейные ряды с профилем, соответствующим профилю корневой системы взрослого культурного растения, под которое производится подготовка почвогрунта. Пространственная подача жидких удобрений в рыхлый грунт образованной рыхлителем третьей траншеи обеспечивает полное и равномерное замачивание комьев почвы по всему её профилю. Жидкий навоз является прекрасным органическим удобрением и для его внесения вместе с растворёнными в нём минеральными удобрениями можно использовать стандартные ёмкости объёмом 4–10 м³, которые монти-

руются на раму прицепного шасси с навесным устройством для глубокого рыхления почвогрунта. Для перекачивания жидкого навоза используется типовой шламовый насос. Навоз вносится на глубину 0,5 м и более в разрыхлённый грунт. Производительность насоса — 250 л/мин. При этом существенно экономятся затраты на удобрения и на топливо для тракторов, вследствие чего растут доходы сельхозпроизводителя.

Таким образом, рассматриваемое устройство отличается от известных аналогов совокупностью признаков, обеспечивая подготовку почвогрунта на глубину и ширину возделываемого рядковым способом растения при одновременном внесении жидких удобрений в слой разрыхлённого почвогрунта на весь его объём. Улучшение водопроницаемости и водного режима при глубоком рыхлении почвы связано с улучшением воздухопроницаемости аэрации. Этот комплекс условий благоприятствует развитию микробиологической деятельности и улучшению количества растворимых питательных веществ во всём корнеобитаемом слое культурных растений. Следовательно, для нарезки аэрационного дренажа и рыхления подпахотного уплотнённого слоя теоретически и экспериментально исследованы и разработаны оптимальные параметры аэрационного дренажа и глубокорыхлителя (НАД-2–60), на ней также можно установить приспособление для внесения органоминеральных жидких удобрений.

Предлагаемая технология внесения жидкого навоза позволяет получить обеззараживание органические удобрения, дополнительный источник энергии и улучшить экологическую обстановку [4,5].

Литература:

1. Максименко В.П. Комплексная мелиорация уплотнённых почв на орошаемых землях: Автореф. дис... д-ра с.-х. наук. М., 2011.
2. Пат. №RU2370931. Комбинированный агрегат для обработки почвы и внесения жидких удобрений. Автор (ы): С.С. Туболев (RU), И.И. Итков (RU), С.И. Шеломенцев (RU), 2006.
3. Пат. №RU2370932. Система распределения жидких удобрений комбинированного агрегата для обработки почвы и внесения жидких удобрений. Автор (ы): С.С. Туболев (RU), И.И. Итков (RU), С.И. Шеломенцев (RU), 2006.
4. Пат. №11/101144. Способ предпосевной обработки тяжелой малопроницаемой почвы под культуру рядкового посева в условиях орошения. Автор (ы): А. Данатаров, С.Ч. Ашыров, Б.Д. Тораев, К.Мухамметмырадов, М.К. Абылов (ТМ), 2011.
5. Пат. №11/101145. Комбинированное устройство для глубокого рыхления грунта с одновременным внутрипочвенным внесением жидких органоминеральных удобрений. Автор (ы): А. Данатаров, С.Ч. Ашыров, Б.Д. Тораев, Х. Назаров, К. Мухамметмырадов, М.К. Абылов (ТМ), 2011.

Исследование оптических свойств материалов в защитной одежде при влажно-тепловом режиме в условиях производственной среды

Князева Светлана Валерьевна, магистр;

Черунова Ирина Викторовна, доктор технических наук, профессор

Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса (г. Шахты)

В данном докладе рассматриваются оптические свойства материалов в одежде специального назначения при влажно тепловом режиме в условиях производственной среды, а также влияние цвета одежды на поиск человека, как на фоне разноцветных конструкций предприятия, так и на фоне природного ландшафта. При рассмотрении условий труда, в которых работает персонал, были учтены цвета окружающей среды и многие другие факторы, которые положили основу для усовершенствованной технологии исследования оптических свойств специальных тканей.

На различных производствах выделяют сигнальную спецодежду повышенной видимости, которая предназначена для визуального обозначения присутствия носящих ее людей, тем самым повышая индивидуальную безопасность рабочего персонала, сохраняя нормальное функциональное состояние и работоспособность при различных природных условиях, времени суток, времени года, погодных условий [1].

Для предприятий нефтегазовой отрасли, одежда повышенной видимости, изготовленная с использованием сигнальных материалов и световозвращающих полос, предназначенная для работ в тяжелых метеорологических условиях на взрывопожароопасных объектах, должна обеспечивать:

- максимальную видимость человека и практический опыт поиска на значительных по площади территориях предприятия среди различных металлических конструкций, механизмов и природного ландшафта (кустарники, лесопосадки и т.д.). Зачастую человек «сливается» с этими объектами и теряется из видимости. Это приводит к проблеме его поиска и потери связи с ним;

- корпоративную узнаваемость;
- снижение риска травмирования персонала.

В различных условиях производственной среды, погоды, времени суток, времени года для рабочего персонала и руководителей предприятий обеспечение безопасных и эффективных условий труда, является актуальной задачей. Видимость работника на территории промышленного объекта является обязательным компонентом его комплексной безопасности, элементом которой является спецодежда.

1. Анализ проблем видимости человека в специальной одежде на промышленных объектах

Работа на предприятиях нефтегазового комплекса может выполняться как в закрытых помещениях, так и на

открытых промышленных территориях. На открытых площадках рабочий персонал плохо заметен. Это связано с разноцветными конструкциями и трудными природными условиями, в которых выполняются работы. В таблице 1 перечислены основные характеристики, влияющие на видимость объектов и краткая характеристика каждого из них.

Среди большого количества влияющих факторов, в том числе тяжелых производственных условий, разных цветов поверхностей предметов в окружающей рабочей среде риск возникновения аварийных ситуаций, связанных с потерей человека, как на территории предприятия, так и за его пределами, очень велик.

На основании этого можно сказать, что проблема потери человека на производстве и на прилегающих ему территориях действительно серьезная и требует тщательного рассмотрения.

2. Характеристика специальной одежды и требования предъявляемые к ней

Одежда специального назначения для работников нефтегазовой отрасли должна изготавливаться из материалов, которые зачастую должны быть устойчивы к воздействию огня, кислот и щелочей, других едких химических соединений. Для спецодежды, применяемой в условиях газодобычи и переработки газа, важно, чтобы материалы обладали антиэлектростатическими свойствами.

Современные производители стремятся повышать качество выпускаемой рабочей одежды, доводя ее до соответствия стандартам качества и комфортности [2].

Основными требованиями к рабочей спецодежде являются: корпоративная узнаваемость (СИЗ) человека; максимальная видимость человека и практический опыт поиска на территориях предприятия среди различных металлических конструкций, механизмов и природного ландшафта; удобство в повседневной носке и эргономичность, соответствие профессиональной специфике: защита от

Таблица 1

Факторы, влияющие на видимость одежды

Факторы, влияющие на видимость одежды	Описание
Время года	Зима, весна, лето, осень.
Природные условия	Рельеф, климат (арктический, субарктический, умеренно континентальный, континентальный климат, резко континентальный, муссонный), режим рек и озёр, растительность, животный мир и пр.
Производственная среда	Производственный ландшафт: металлические разноцветные конструкции, трубопроводы, газонасосные станции открытые территории, краны, цистерны, лестницы и т.д.
	Природный ландшафт: кустарники, деревья, земля, небо, трава и т.д.
Территориальное расположение	Географическое положение территории
Погодные условия	Низкие и высокие температуры, ветер, туман, дождь, снег т.д.
Время суток	День, ночь, вечерние часы.

нефти, масла, статического электричества, кислот; соответствие сезону эксплуатации и климатическим условиям; долговечность и прочность тканей; одежда должна служить не один год, ткани и нити должны быть максимально прочными; надежность одежды, стойкость к усадке и истиранию; гигиеничность; эстетичный внешний вид.

3. Исследование влияния температурно-влажностного режима на оптические свойства специальных тканей

В соответствии с результатами оценки существующих видов оборудования и целевых задач настоящей работы, в качестве экспериментального оборудования для данных исследований был использован прибор «Фотон-1Бк».

В процессе определения самого высокого коэффициента отражения, для каждого образца был определен номер пантона. Принцип действия прибора основан на регистрации изменений интенсивности инфракрасного излучения, отраженного от поверхностей светового потока. Световой поток — это физическая величина, характеризующая «количество» световой энергии в соответствующем потоке излучения, измеряется в люксах. Световой поток. Используемый прибор измеряет долю энергии отраженной от объекта по отношению к эталону.

Для исследования характеристик видимости материалов были отобраны наиболее часто применяемые материалы и цвета. В результате выборки из 19 образцов были взяты 4 образца наиболее похожих по составу и свойствам. Были произведены измерения образцов разных по фактуре и цвету под артикулами: 414С, 1797С, 2965С, 172С, в исходном состоянии, в увлажненном при положительной и отрицательной температурах.

Результаты обработанных экспериментальных данных и распределение процентной доли коэффициента отражения у образцов в исходном состоянии и увлажненном при температуре воздуха +30°С и отрицательной температуре -8°С, относительной влажности помещения 62%, представлены в таблице 2 и 3.

На основании полученных данных в таблицах 2,3, представлены графики зависимостей коэффициентов отражения от влажности при положительной и отрицательной температурах на рисунке 1.

Анализируя полученные графики, можно сделать вывод, что при увеличении массовой доли жидкости при температуре +30°С, нанесенной на поверхность образца, увеличивается коэффициент отражения. При понижении температуры у образцов: 1797С, 172С, 414С увеличивается на много больше коэффициент отражения, чем при положительной температуре.

Вывод

В данной работе был произведен анализ проблемы видимости человека в промышленной среде, изучены требования, предъявляемые к спецодежде повышенной видимости, оптические характеристики в цвете и материалах. Были произведены исследования при влажно-тепловом режиме разных цветов, фактуры, состава образцов на устройстве «Фотон-1 Бк» с воздействием влаги. Анализ показал, что из четырех образцов, выявлены три образца (414С, 1797С, 172С), которые имеют увеличение коэффициента отражения в исходном состоянии и при положительной и при отрицательной температурах, с увеличением массовой доли жидкости.

Из полученного ассортимента можно выбрать наиболее удачные комбинации цветов для проектирования комплектов одежды. Тем самым комплекты будут выполнены из образцов тканей с высоким коэффициентов отражения, будут заметны приборами и легко восприниматься окружающими людьми. Так как психологическое восприятие играет не мало, важную роль.

Полученные данные можно использовать в проектировании одежды при выборе цветовых решений для городских, дорожных служб, в спортивной одежде и других областях деятельности.

Таблица 2

Полученные данные образцов при положительной температуре +30°C

Артикул образца	414C		1797C		2965C		172C	
Номер опыта	Массовая доля жид- кости, %	Коэффи- циент отра- жения, %	Массовая доля жид- кости, %	Коэффи- циент отра- жения, %	Массовая доля жид- кости, %	Коэффи- циент отра- жения, %	Массовая доля жид- кости, %	Коэффи- циент отра- жения, %
1	4,9	83	4,2	76	4,48	77	3,9	86
2	5,7	82	4,8	76	5,1	78	6,6	93
3	22,8	84	19,2	77	20,6	80	26,5	91
4	51,3	85	43,1	80	46,3	82	59,7	95

Таблица 3

Полученные данные образцов при отрицательной температуре -8°C

Артикул образца	414C		1797C		2965C		172C	
Номер изме- рения	Массовая доля жид- кости, %	Коэффи- циент отра- жения, %	Массовая доля жид- кости, %	Коэффи- циент отра- жения, %	Массовая доля жид- кости, %	Коэффи- циент отра- жения, %	Массовая доля жид- кости, %	Коэффи- циент отра- жения, %
1	5,7	85	4,8	90	5,1	76	6,6	81
2	22,8	86	19,2	98	20,6	77	26,5	88
3	39,9	88	33,5	96	36,0	79	46,4	92
4	51,3	89	43,1	99	46,3	81	59,7	95

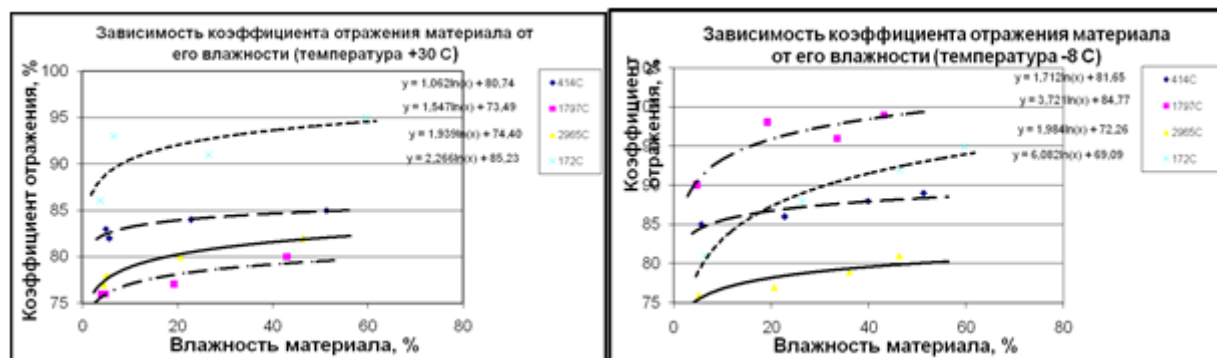


Рис. 1. Распределение полученных коэффициентов образцов при температуре равной +30°C и -8°C

Литература:

1. Методика оценки оптических свойств материалов. Тимофеев Д.В., Черунова И.В., Гридин С.А., Меркулова А.В., Токарева С.В. Международный журнал экспериментального образования. 2011. № 8. С. 168–169.
2. Спецодежда [Электронный ресурс] // Информационный портал.— 2012. — Режим доступа <http://www.technoavia.ru/katalog/spetsodezhda/>
3. Требования к спецодежде. [Электронный ресурс] // Информационный портал.— 2012. — Режим доступа: (<http://www.formica.ru/trebovaniya-k-specodezhde.html>).
4. Защитные свойства спецодежды в условиях нефтедобычи. Черунова И.В., Куренова И.В., Щеникова Е.А., Колесник С.А. Швейная промышленность. 2011. № 4. С. 32–33.
5. Прикладная оптика. Батраков А.С., Минеев А.С. Букинистическое издание 2008 г.

Определение эффективности растворения асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО)

Кудашева Флорида Хусаиновна, доктор химических наук, профессор;

Ширяева Розалия Науфановна, кандидат химических наук, доцент;

Таулбаева Айгуль Ямилевна, студент

Башкирский государственный университет (г. Уфа)

Добыча нефти связана с большими осложнениями, заключающимися в значительном снижении объема добываемой нефти и увеличении нагрузки на насосное оборудование вследствие АСПО на стенках нефтепромыслового оборудования. На интенсивность отложений влияет повышенное содержание в составе нефти высокомолекулярных парафинов, смол, и асфальтенов и температурные условия в скважине. Для предотвращения образования и улучшения реологических свойств нефти применяются различные методы: тепловые, механические, физико-химические и химические [1–4] наиболее эффективным являются применение ингибиторов комплексного действия.

В данной работе проводилась оценка эффективности растворения АСПО растворителями, входящими в состав разработанного нами реагента ОКН. Также изучалась его влияние на реологические свойства Южно-Инзирейской нефти, которая характеризуется высоким содержанием парафинов (табл. 1)

Композиция растворителя АСПО испытывалась посредством растворения шарика АСПО массой около 2,5 г в 50 мл растворителя. Растворение проводилось в закрытых бюксах при температуре 20°C. Через каждые 15 мин содержимое бюкса тщательно перемешивалось. Эффективность растворения рассчитывалась по разности масс АСПО до и после растворения. Данные тестирования приведены в табл. 2. Как видно из табл. 2, эффективность растворения АСПО составляет 80 %.

Реологические свойства Южно-Инзирейской нефти и ее композиций исследовали на ротационном вискозиметре «Реотест-2» при скоростях сдвига от 3 до 1312 с⁻¹ в интервале температур 15–40°C.

На рис. 1 приведены зависимости напряжения сдвига от скорости сдвига τ_r от скорости сдвига D_r для исследу-

емой нефти и ее композиций при 20°C. По характеру течения, нефть и ее компаунды относятся к пластичным жидкостям. При более высоких температурах характер течения меняется, нефть ее композиции являются дилатантными жидкостями (рис. 2)

При малых скоростях сдвига вязкость нефти и ее композиций резко уменьшается (рис. 3). С увеличением скорости сдвига вязкость перестает зависеть от скорости сдвига D_r . Наблюдается переход от связнодисперсной системы к свободнодисперсной.

Зависимость вязкости от концентрации депрессорных присадок при 20°C приведена на рис. 4. Как видно из рис. 4 оптимальная концентрация добавок составляет 0,1 % масс. Наибольшее снижение вязкости достигается при введении 70 % кобса и нефраса, и когда содержание активной формы составляет 30 %.

В координатах уравнения Френкеля определяли эффективные энергии активации вязкого течения, характеризующие прочность структуры и ассоциативность нефтяной системы. Наличие излома на зависимости $\lg \dot{\gamma} - 1/T$ связано с фазовыми изменениями, содержащихся в нефти парафинов, находящихся при пониженных температурах в составе ассоциатов нефти, возможно, кристаллических фаз, разрушающихся и входящих из состава ассоциатов при нагревании. Поэтому система характеризуется двумя значениями энергии активации. В табл. 3 представлены значения энергии активации вязкого течения в состоянии ньютоновской жидкости.

Таким образом, разработанный нами реагент ОКН с концентрацией активного вещества 30 %, являются наиболее эффективной добавкой как для улучшения реологических свойств нефти, так и для улучшения АСПО.

Таблица 1

Физико-химические характеристики Южно-Инзирейской нефти

Показатели	
Плотность, кг/м ³	822,6
Содержание воды, % масс	0,06
Содержание серы, % масс	0,11
Температура застывания, °C	+29
Температура плавления парафина, °C	60
Компонентный состав, % масс:	
Парафины	21,51
Асфальтены	0,03
смолы	3,31

Таблица 2

Результаты тестирования композиции растворителя АСПО



АСПО	Масса АСПО до растворения, г	Рисунок	Масса АСПО после растворен., г.	Рисунок	Эффект-ть, %
Инзырейское м/р, скв.605.	2,6		0,5		81,5

Таблица 3

Значения энергии активации вязкого течения

Исследуемая система	$E_{\text{акт}}, \text{кДж/моль}$
Нефть	169 ± 8
Нефть+0,1 % (активная форма 30 %)	173 ± 45
Нефть+0,1 % (активная форма 15 %)	123 ± 16
Нефть+0,1 % (активная форма 36 %)	133 ± 40
Нефть+0,1 % (содержание кобса 70 %)	108 ± 18
Нефть+0,1 % (содержание нефраса 70 %)	136 ± 12

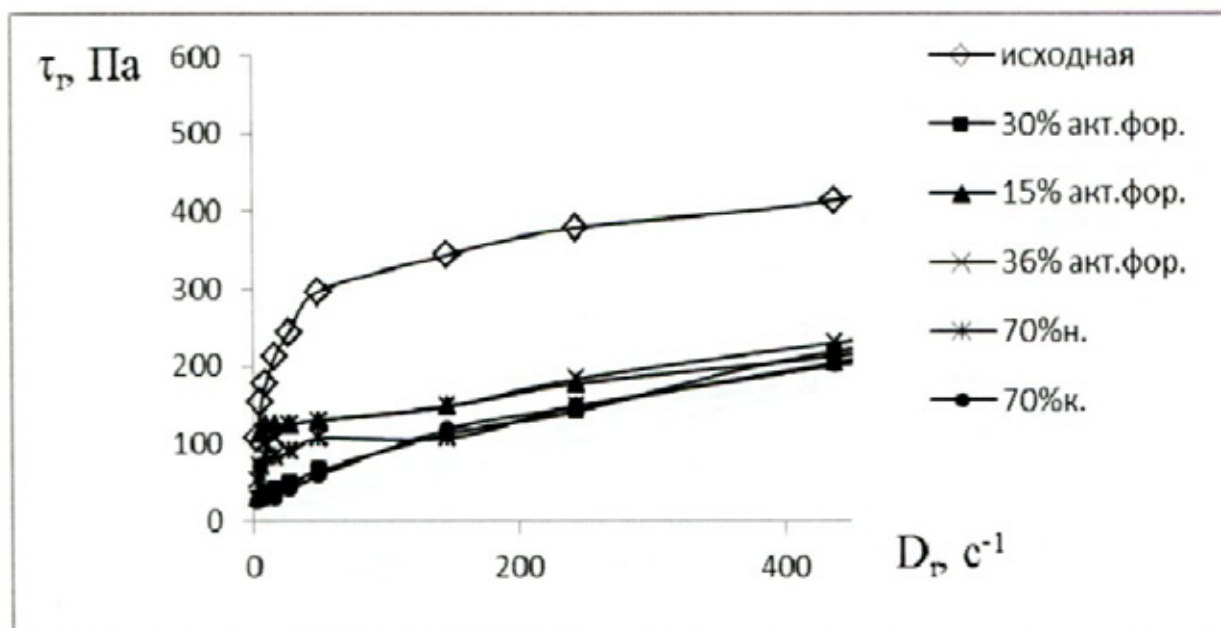


Рис. 1. Зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига для нефти и ее компаундов с 0,05% содержания добавки при 200С.

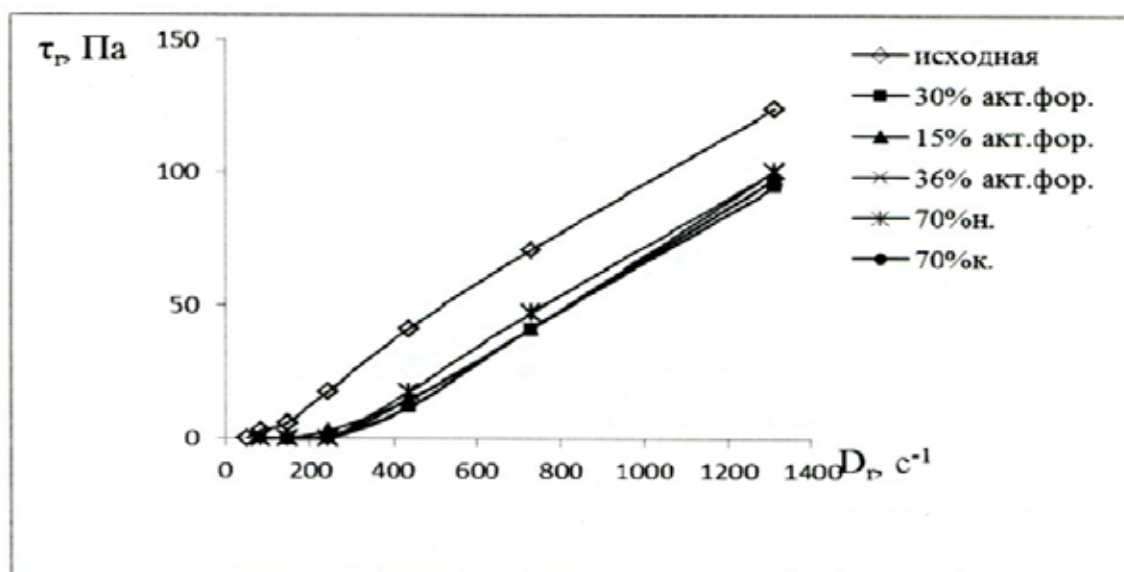


Рис. 2. Зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига для нефти и ее компаундов с 0,05% содержания добавки при 300С.

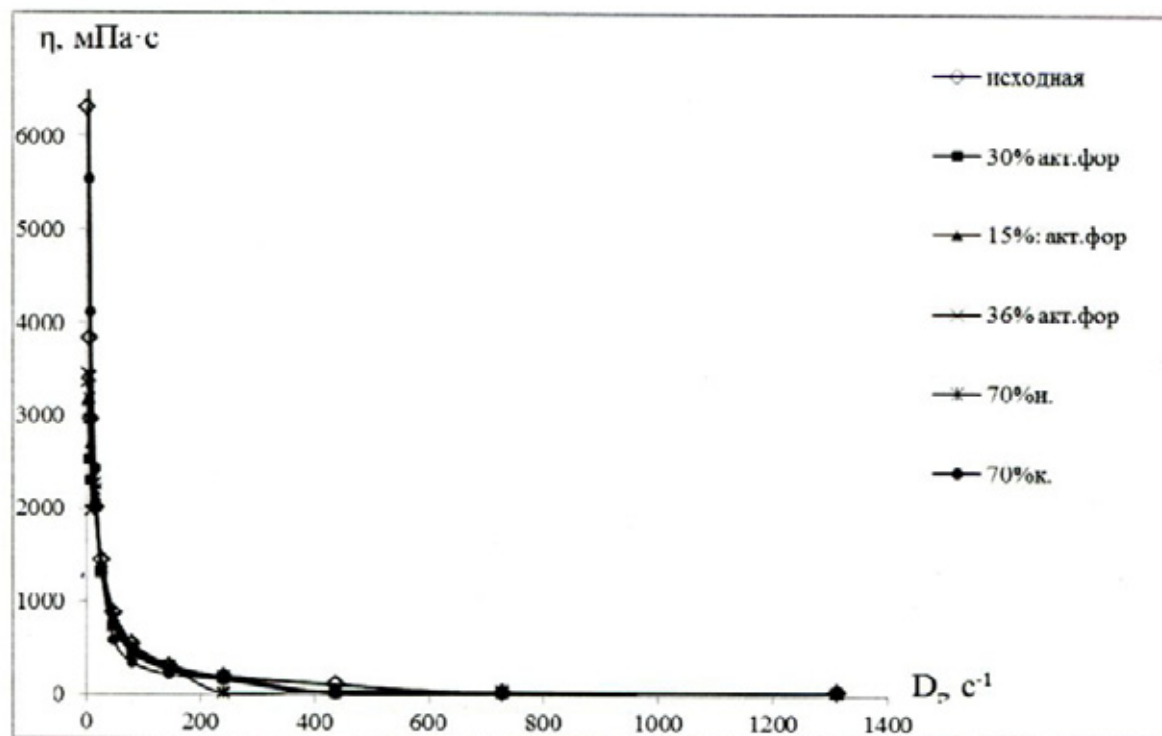


Рис. 3. Зависимость вязкости от скорости сдвига для нефти и ее композиций с 0,05% содержания добавки при 15%

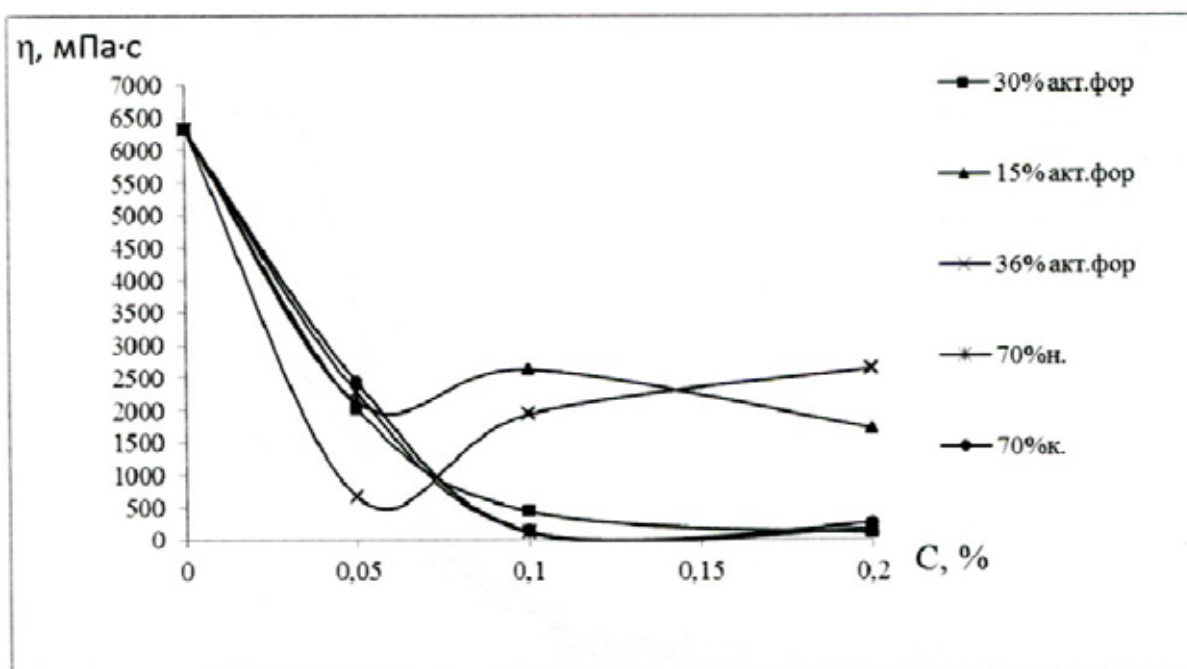


Рис. 4. Зависимость вязкости от концентрации для нефти и ее компаундов при 200С

Литература:

1. Писарева Р.И., Каменчук Я.А., Андреева Л.Н, Унгер Ф.Г. О природе образования и растворения асфальто-смоло- парафиновых отложений // Химия и технология топлив и масел. — 2005. — № 6. — 38–41 с.
2. Глущенко В.Н., Шипигузов Л.М., Юрпалов И.А.. Оценка эффективности ингибиторов АСПО // Нефтяное хозяйство. — 2007. — № 5. — 84–87 с.
3. Агаев С.Г., Березина З.Н., Халин А.Н. Парафиновые отложения в условиях добычи нефти и депрессорные присадки для ингибирования // Журнал прикладной химии. -2006. — № 8. — 1373–1378 с.
4. Насибуллина А., Булыгина Т., Пивсаева Е., Рахматуллина Г. Ингибитор парафиноотложений. Оценка его влияния на реологические свойства высокопарафинистой нефти Каспийского месторождения // Oil&Gas Journal Russia. — 2010. — № 4. — 56–60 с.

Особенности формирования потоков клиентов на базе установившихся системных связей в технологии общественного питания

Нугманов Альберт Хамед-Харисович, кандидат технических наук, доцент;

Фоменко Екатерина Валерьевна, старший преподаватель;

Поликарпова Надежда Эдуардовна, аспирант

Астраханский государственный технический университет

Настоящая работа посвящена анализу происходящих процессов при формировании потоков клиентов предприятия общественного питания (ОП), основанного на современных методах построения ассортиментной политики и установившихся системных связях в технологии ОП. Сложность управления предприятиями ОП обусловлена особенностями и многофакторностью происходящих в них процессов, отсутствием количественной информации о динамике и изменчивости их во времени [4].

В качестве научной гипотезы выдвинуто предположение о том, что экономическая эффективность функционирования предприятий ОП будет зависеть от корреляции дифференцирования ингредиентов по степени готовности с уровнем прогрессивности технологии и оборудования, а также с качественной характеристики готовой продукции (ХГП). Используя исследования в данной области [1,2], есть основания по введению ХГП, а именно критериального

показателя, направленного на получение численных характеристик по снятию неопределенности сенсорных оценок, отражающего влияние входящих в него компонентов на качество продукта и позволяющего производить оценку качества готового продукта на предварительном этапе, в обобщенную модель функционирования предприятия ОП. Отклонение численного значения критериального показателя, полученного на основании аналитических исследований и проведенных экспериментов, в пределах 7 %, является гарантом того, что конечное блюдо имеет удовлетворительную сенсорную оценку и качество продукта соответствует нормативным документам [2].

Получена математическая модель функционирования производства предприятия общественного питания представленная в виде:

$$\begin{aligned} Z(X) &= (P - Q^{(c)} - (1 + \beta)Q^{(онл)})X - Q_{пол}^{(энерг)} \rightarrow \max \\ Q_{пол}^c(V) &= p^{(c)} * V * X \rightarrow \min \\ \begin{cases} k_s AL \leq X_{NS}, s = 1 \dots S \\ K_{онм} < \Gamma \\ x_j \geq 0, j = 1 \dots N \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

Первая целевая функция $Z(X)$ — прибыль от реализации продукции, в матричном виде представляется, как:

$$Z(X) = (P - Q^{(c)} - (1 + \beta)Q^{(онл)})X - Q_{пол}^{(энерг)} \rightarrow \max \quad (2)$$

X — вектор количества блюд. В качестве готовой продукции выступают горячие блюда, общий ассортимент которых принят за N , а стоимость блюда — матрица P . Стоимость сырьевых ресурсов на одну порцию готового продукта представлена матрицей. Затраты на оплату труда за непосредственное изготовление продукции в общей её себестоимости определяется произведением: $Q^{(онл)} = (q_j^{(онл)}) = P^{(онл)}TV$. Отчисления во внебюджетные фонды, определяемые в виде установленного процента от величины заработной платы основных рабочих цеха, обозначим коэффициентом β , который есть скалярная величина. Стоимость выполнения технологических операций за единицу времени при оплате труда основным рабочим цеха ($руб/ч$) представлен в виде вектора $P^{(онл)}$. Временные промежутки переработки единицы i -ого вида сырья согласно k -ой технологической операции ($ч/кг$) представляется матрицей T . Стоимость энергоресурсов, необходимых для производства одной порции j -блюда представляется в виде матрицы-строки $Q^{(энерг)} = (q_j^{(энерг)})$.

Во второй целевой функции, в качестве критерия оптимизации выступает минимизация издержек на использование сырьевых ресурсов:

$$Q_{пол}^c(V) = p^{(c)} * V * X \rightarrow \min \quad (3)$$

Порционные объёмы сырьевых ресурсов, согласно рецептурным нормам, матрица V , величины которой v_{ij} — есть вес i -ого вида сырья, измеренный в килограммах идущий на приготовление одной порции j -ого горячего блюда, $k_{ij}^{онм}$ — оптимальный коэффициент долевого участия сырья.

Общий ассортимент индивидуальных объёмов сырьевых ресурсов, в соответствии рецептурным нормам, в качестве которых могут выступать: свекла, капуста, мясо, масло, картофель, крупа и т.д. обозначен M . Цены на сырьевые ресурсы, представлены в виде вектора $P^{(c)} = (p_i^{(c)})$.

Граничные условия, накладываемые как на отдельные экзогенные переменные, так и на целевые функции в целом, представлены в виде:

$$\begin{cases} k_s AL \leq X_{NS}, s = 1 \dots S \\ K_{онм} < \Gamma \\ x_j \geq 0, j = 1 \dots N \end{cases} \quad (4)$$

Первое граничное условие связывает количество потребителей, их предпочтения при выборе блюд с общим количеством приготовленных горячим цехом порций. $k_s = \frac{1}{100S}$ — коэффициент, учитывающий количество S приемов пищи; L — вектор числа посетителей; A — матрица долевого участия блюд в общем ассортименте; H — количество порций блюд. Γ — матрица максимально возможных отклонений по расходованию сырья согласно рецептурным нормам. Вектор количества блюд x_j должно быть больше или равно 0.

Предложен алгоритм определения состава j -ого блюда по критерию минимума стоимости $q_{j,\min}^c$:

1. Выполняется сортировка перечня продуктов в составе блюда в порядке убывания их стоимости.
2. Определяются ограничения γ_j , накладываемые на диапазон изменения доли продукта в составе блюда.

3. Из перечня продуктов последовательно выбираются продукты, не достигшие предела изменения доли и для которых изменение доли не запрещено — один из начала списка (имеющий высокую цену p_f^c) и один из конца списка (имеющий низкую цену p_g^c).

4. Для выбранных в предыдущем пункте блюд определяется их возможное максимальное совместное изменение доли dv_{ij} в пределах заданных ограничений по формуле:

$$v_{uj}^{\max} = \min \left\{ v_{fj} \left(dv_{fj} - |v_{fj}^0 - v_{fj}| \right), v_{gj} dv_{gj} - |v_{gj}^0 - v_{gj}|, v_{fj} dv_{fj}, v_{gj} dv_{gj} \right\} \quad (5)$$

5. Производится изменение доли продуктов в первом блюде по формулам:

$$v_{fj} = v_{fj} - v_{uj}^{\max}, \quad v_{gj} = v_{gj} + v_{uj}^{\max} \quad (6)$$

6. Пункты 3–5 повторяются до тех пор, пока выполняются следующие условия:

- 1) $f < g$;
- 2) $q_j^c \leq q_{j,\min}^c$
- 3) $[k_{ij}^{onm} - k_{ij}^o] / k_{ij}^o < \gamma_{ij}$,

В соответствии с приведенными выше подходами к решению проблемы снижения затратообразующих факторов необходимо обозначить вопрос формирования клиентов на предприятиях ОП. Интегрированный поток клиентов формируется в результате слияния ряда отдельных потоков клиентов, которые различаются по своему социальному статусу и финансовым возможностям, зависят от типа предприятия ОП (столовая, кафе, ресторан и др.). Совокупность перечисленных факторов и определяет заказ клиента, а также время его пребывания в предприятии ОП и даже его поведение в нем [3].

Пропускная способность функционирующих предприятий ОП, качество пищи во многом зависят от проведения тех или иных технологических схем, в соответствии с которыми предприятия можно, с определенной условностью, подразделить на группы, отличающихся степенью вовлечения в технологический процесс и потребления пищи. Для достижения поставленных целей предприятие должно организовывать свою деятельность так, чтобы держать под контролем все технические, административные и человеческие факторы, влияющие на качество продукции, её безопасность.

Применительно к студенческой столовой, как к одному из типов предприятий ОП, можно выделить следующие основные типы потоков клиентов: студенты, осуществляющие прием пищи на переменах и после занятий; преподаватели ВУЗа; вспомогательный и обслуживающий персонал вуза в процессе обеденного перерыва; внешние посетители, периодически посещающие столовую; группы студентов и других лиц, посещающие предприятие ОП при наличии свободных от занятий значительных временных промежутков; внешние посетители (гости вуза), случайно посещающие предприятие ОП.

Можно выделить общие типы мотивации посещений предприятий общественного питания: осуществить полноценный прием пищи; желание поесть, особенно при наличии известных блюд в меню; использование предприятия ОП как места для общения, а процесс потребления — как фон для общения; полноценно принять пищу, поскольку еда в предприятии ОП устраивает клиента; время проведение, образовавшееся в результате необходимости ожидания; празднование важных событий.

Оценка и прогнозирование значений «клиентоотдачи» является важным элементом процесса управления в общественном питании, поскольку именно ее значение определяет, прежде всего, ценовую политику предприятия ОП и может быть различной даже для одной категории при различных мотивациях.

Имея значение величины «клиентоотдачи», можно поставить задачу оценки оптимального числа блюд в меню в идеальном случае, когда каждый из клиентов сможет найти приемлемое для него блюдо. Таким образом, на основании всех вышеприведенных данных вытекает дальнейшая цель исследований — определение компромисса между затратами студенческой столовой и удовлетворением потребностей студентов и персонала вуза в качественном питании, что планируется осуществить посредством моделирования основных механизмов управления с возможностью обеспечения контроля состава меню и количества заготовленных экземпляров по каждому блюду в меню.

Литература:

1. Алексанян И.Ю., Нугманов А.Х.-Х., Золина Н.П. Анализ системных связей между энергетической ценностью продукта и пищевой энергией, потребляемой человеком, с учетом влияния варьируемых факторов // Вестник АГТУ. 2009. № 2. С. 114–117.

2. Нугманов А.Х.-Х., Степанович А.Н. Оптимизация процессов комплексной тепломассообменной обработки пищевой смеси // Вестник АГТУ. 2007. №6 (41). С. 122–124.
3. И.Ю. Алексанян, А.Х.-Х. Нугманов, Е.В. Фоменко// Комплексная автоматизация и системный анализ технологических процессов пищевых производств для эффективного функционирования предприятий отрасли// сборник «ВЕСТНИК «АГТУ» Серия: Управление, вычислительная техника и информатика-2012- №1 С. 7–16.
4. Н.Э. Поликарпова// Анализ методов управления затратами в технологии продуктов питания// «Молодой ученый» №5 (40) / 2012 С. 56–57

Модификация клеевых композиций наносоединениями углерода фуллеренового ряда

Полева Елена Александровна, кандидат педагогических наук, доцент
Старооскольский технологический институт (филиал)
ФГОУ ВПО Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Чичварин Александр Валериевич, кандидат химических наук, доцент;
Крафт Людмила Николаевна, кандидат технических наук, доцент
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Московского института стали и сплавов

Проблема создания полимерных материалов, имеющих в своей структуре частицы наноразмерного типа, связана с возникающими эффектами синергизма и антагонизма, обусловленных несогласованностью действий различных элементов формирующейся сложной системы [1]. В то же время, развитие промышленных технологий, позволяющих использовать углеродные наноматериалы, в частности, смеси фуллеренов различной молекулярной массы, требует определенного развития научного знания в области их взаимодействий с полимерной матрицей в твердой фазе. Модификация полимеров фуллеренами и углеродными наноматериалами позволяет получать композиции материалов с улучшенным комплексом эксплуатационных свойств.

Особый интерес представляет изучение механизмов взаимодействия модификаторов наноразмерного типа, в качестве которых в данной работе используется смесь фуллеренов определенного состава, с полиуретановым клеем. В контексте этого основной проблемой является интерпретация получаемых экспериментальных данных ввиду чрезвычайной схожести результатов, что связано с малыми концентрациями вводимых модификаторов [2].

Анализ ряда результатов позволил предположить, что углеродные фуллерены могут служить не только центром кристаллизации в полимерной матрице, но и изменить физико-механические и химические свойства полимера на микроуровне.

В данном исследовании проводилось сравнение поверхностных структур плёнок полиуретанового клея и модифицированного наносоединениями углерода фуллеренового ряда, хранящихся и приготовленных при комнатной температуре посредством сканирующей зондовой микроскопии. Вместе с этим осуществлялось получение теоретических сведений о наноструктуре плёнок, об изменении свойств полиуретанового клея при изменении его состава.

Модификация исследуемых полимеров проводилась смесью фуллеренов следующего состава: C_{50} - C_{58} (14.69%), C_{60} (63,12%), C_{62} - C_{68} (5.88%), C_{70} (13.25%), C_{72} - C_{92} (3.06%) [3]. В работе исследовали плёнки, обработанные полиуретановым клеем, модифицированным наносоединениями углерода фуллеренового ряда, указанного состава, а также фуллереновой сажой (фуллерен содержащий технический углерод). Модификация клеевых композиций фуллереновой смесью указанного состава проводилась путем внесения необходимой концентрации толуольного раствора смеси фуллеренов, в 3% толуольный раствор анализируемых каучуков, так, что массовое соотношение полимер-модификатор в пересчете на сухое вещество составило 100 к 0,03.

Исследование поверхностных структур плёнок проводилось методом сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ). Прочность клеевого шва определяли по стандартной методике.

Для получения исследуемых пленок на пластмассу, дерево, полиэтиленовую пленку были нанесены исследуемые образцы клеевых композиций, детали с нанесенным на них модифицированным полиуретановым клеем были выдержаны при комнатной температуре 15 мин, после чего их совместили и оставили до высыхания при температуре 20°C на 24 часа.

Для исследования рельефа плёнок был использован прибор NanoEducator. Для измерения рельефа поверхности плёнок был применён метод полуконтактной атомно-силовой микроскопии, который заключается в контакте зонда с образцом. В результате измерений были получены СЗМ изображения исследованных областей рельефа пленок.

Изображения, полученные во время сканирования СЗМ, представлены на рис. 1.

Данные изображения свидетельствуют об изменении структуры поверхности клеевой композиции, нанесенной

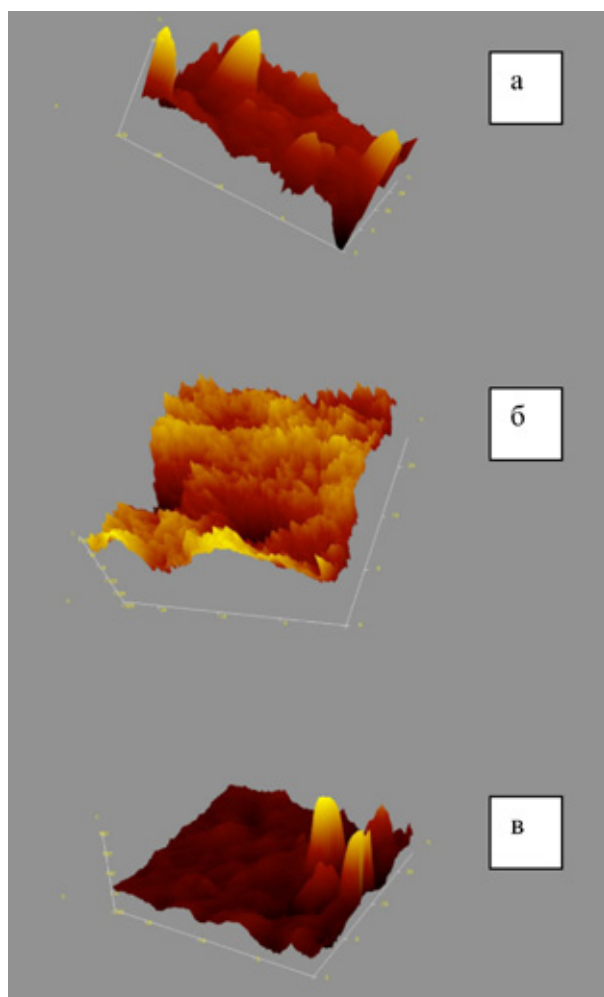


Рис. 1. Топография поверхности полиуретановой клеевой композиции:

- а) СЗМ изображение пленки полиуретанового клея
 б) СЗМ изображение пленки полиуретанового клея модифицированного наносоединениями углерода фуллеренового ряда
 в) СЗМ изображение пленки смеси полиуретанового клея и фуллеренсодержащего

на склеиваемые полиэтиленовые фрагменты под действием вводимого модификатора, а именно:

— на рисунке 1 (а) видна высокая степень шероховатости структуры клея;

— данные рисунка 1 (б) демонстрируют снижение шероховатости под действием вводимого модификатора — фуллереновой смеси состава C_{52} - C_{90}

— рисунок 1 (в) информирует нас о частичном выглаживании поверхности клеевой композиции, что также связано с проводимой модификацией.

— теуглерода (фуллереновая сажа)

Анализ полученных СЗМ изображений показал, что частицы наноразмерного типа влияют на поверхностную структуру изготавливаемых клеевых композиций, а испытания на прочность позволили выявить взаимосвязь характера изменения свойств клеевого соединения с вводимыми модификаторами.

Для более детального описания происходящих изменений было проведено измерение прочности клеевого соединения в зависимости от используемых склеиваемых поверхностей. Данное измерение проводилось по стандартной методике определения прочности клеевого шва (ГОСТ 14760–69). Сущность метода заключается в определении величины разрушающей силы при растяжении стандартного образца клеевого соединения встык, усилиями, направленными перпендикулярно плоскости склеивания.

Для испытания на прочность клеевого шва анализируемый образец склеивали из двух одинаковых пластинок адгезива размером 10х100 мм так, что площадь клеевого шва составляла 1 см². Для испытания брали по пять образцов каждого вида для нахождения средних значений разрушающего усилия. Склеенные образцы выдерживали до испытания в течение 24 часов. Подготовленный для испытания образец устанавливают в укрепленное на машине приспособление. Испытание проводили постепенным нарастанием нагрузки до разрушения образца.

Таблица 1

Прочность анализируемых клеевых соединений

Клеевая композиция	Прочность на разрыв
Дерево-дерево-клей	37 кгс/см ² (3,76 МПа)
Дерево-дерево-клей-ФТУ	37,2 кгс/см ² (3,79 МПа)
Дерево-дерево-клей Ф	44,2 кгс/см ² (4,51 МПа)
Дерево-ПС-клей	32,6 кгс/см ² (3,33 МПа)
Дерево-ПС-клей ФТУ	34,8 кгс/см ² (3,55 МПа)
Дерево-ПС-клей Ф	39,1 кгс/см ² (3,99 МПа)
ПС-ПС-клей	28,4 кгс/см ² (2,89 МПа)
ПС-ПС-клей ФТУ	31,6 кгс/см ² (3,22 МПа)
ПС-ПС-клей Ф	37,8 кгс/см ² (3,86 МПа)
ПС — полистирол	
ФТУ — фуллерен-содержащий теуглерод (фуллереновая сажа)	
Ф — смесь фуллереновая состава C_{50} — C_{58} (14,69%), C_{60} (63,12%), C_{62} — C_{68} (5,88%), C_{70} (13,25%), C_{72} — C_{92} (3,06%).	

Результаты испытания представлены в таблице 1.

Таким образом, данные полученные в результате проведенного исследования позволяют сделать естественное заключение о том, что и фуллерен содержащий технический углерод и фуллереновые смеси переменного состава могут быть использованы для получения клеевых композиций повышенной прочности.

Полученные сведения и выводы о наноструктурах плёнок исследуемых клеев могут быть использованы производителями для улучшения качественного состава произведенных клеев, что в свою очередь позволит разрабатывать новое оборудование для производства клея новыми методами, улучшить качество изготавливаемого производителем клея и расширить области его применения.

Литература:

1. Мищенко С.В. Углеродные наноматериалы: производство, свойства, применение. [Текст] / С.В. Мищенко, А.Г. Ткачев. М.: Машиностроение, 2008. — 320 с., ил.
2. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии, РАН институт физики микроструктур г. Нижний Новгород, 2004 г.
3. Игуменова Т.И. Комплексная оценка состава фуллеренсодержащего наноглерода. [Текст] / Т.И. Игуменова, В.И. Герасимов, Г.В. Попов, А.В. Жабин // Материалы XV Международной научно-практической конференции «Резиновая промышленность. Сырье. Материалы. Технологии», Москва. 2009. с. 113—115.

Прибор-профилограф для измерения неровностей листовых вязкоупругих материалов

Тугучева Светлана Александровна, аспирант
Московский государственный университет дизайна и технологии

В условиях постоянно нарастающего дефицита натурального сырья, ухудшение экологической ситуации и необходимости разумного природопользования, все большее значение в различных областях хозяйства приобретает использование всевозможных полимерных материалов. В этом отношении трудно недооценить роль искусственных и синтетических кож. Все более широко применяемых в самых различных отраслях промышленности и в быту и призванных как восполнить дефицит натуральной кожи, так и открыть новые возможности их использования из-за уникального и весьма разнообразного комплекса свойств.

Создание высококачественных искусственных материалов для обуви, одежды и хозяйственных нужд остается актуальной и привлекает внимание ученых и исследователей на сегодняшний день. Кроме требований к физико-механическим, деформационно-прочностным и износостойким свойствам искусственных материалов, потребители придают большое значение внешнему виду готовой продукции. От поставщиков и производителей все чаще требуют изготовления искусственных кож со структурой, в максимальной степени приближенной к структуре натуральной кожи. Чем регулярнее и равномернее распределены неровности на поверхности полимерного покрытия, тем в большей степени изделие приближается по внешнему восприятию к натуральному материалу.

До недавнего времени качество полимерных материалов оценивали в основном чисто визуальным способом. Это противоречит требованиям производителей к системе

контроля качества, согласно которой показатели качества должны оцениваться и контролироваться на различных стадиях технологического процесса с учетом удовлетворения желаний потребителей. В соответствии с этим возникает потребность в разработке гибкой измерительной системы для трехмерного контроля поверхности искусственных материалов.

Производство искусственных и синтетических кож — сложный многостадийный процесс, включающий операции подготовки основы, смешение компонентов рецепта, формирование покрытий и отделочные операции. В процессе производства искусственной кожи поверхность материала претерпевает ряд изменений, связанных с нанесением адгезионных слоёв, лицевого слоя, а также при отделке. При формировании лицевого покрытия на поверхности могут образовываться микротрещины с включениями, замины, шероховатость поверхности, волнистость и другие виды дефектов, кроме того, наблюдается разнотолщинность материала. Особенно сильно изменяется рельеф поверхности материалов после операции тиснения. На искусственных кожах на нетканых основах возможно появление дефекта вылегания структуры, который проявляется при деформировании материалов. Данный дефект снижает физико-механические свойства и портит внешний вид изделий.

Именно характеристики поверхности определяют важнейшие эксплуатационные свойства: биосовместимость, адгезионные, фрикционные, технологические, эстетические, органолептические и пр. Постоянное повышение

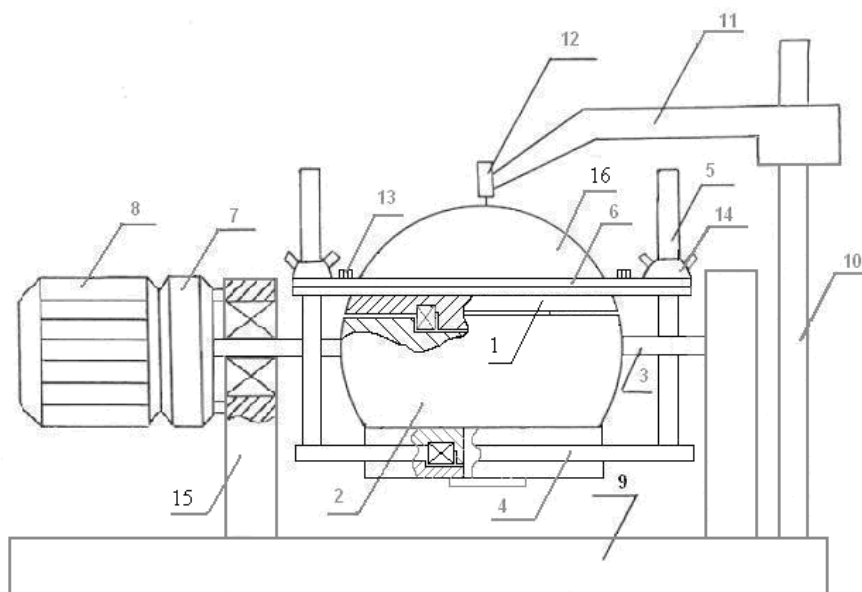


Рис. 1. Устройство для измерения неровностей листовых вязкоупругих материалов в свободном и деформированном состоянии

требований к этим свойствам обуславливает необходимость изучения их многообразных функциональных связей с параметрами шероховатости.

Существуют несколько методов, а также комплексы методов исследования поверхности искусственных материалов. Комплекс методов и средств неразрушающего контроля материалов и изделий с целью исследования поверхностных показателей, обнаружения дефектов и пороков включает: разработку методов и аппаратуру (дефектоскопы, микроскопы, трехмерные оптические системы высокого разрешения, профилометры и др.); составление методик контроля; обработку показаний приборов (снимки, рентгены, профилограммы).

Вследствие несовершенства технологии изготовления или в результате эксплуатации в тяжёлых условиях в изделиях появляются различные дефекты — нарушения сплошности или однородности материала, отклонения от заданного химического состава или структуры, а также от заданных размеров. Дефекты изменяют физические свойства материала.

Неровность поверхности является одной из основных геометрических характеристик качества поверхностного слоя материала. Для измерения неровности используются приборы в основном двух видов: бесконтактные, например, оптические и контактные — щуповые. Промышленное применение приобрел щуповой метод. Профилографические методы исследования необходимы при изучении поверхностей материалов, поверхностных слоев и их структуры. Они основаны на измерении неровностей поверхностей и предоставлении результатов в виде кривой линии (профилограммы), характеризующей волнистость и шероховатость поверхности. Обработку профилограммы осуществляют графоаналитическим способом.

Суть устройства приборов-профилографов контактного действия заключается в том, что по контролируемой поверхности перемещается игла с радиусом закругления 2—10 мкм, значительно меньшим, чем радиус закругления вершин микронеровностей колебания иглы в вертикальном направлении преобразовывается в электрические сигналы и регистрируется отсчетным устройством [1].

Как правило, профилографическим исследованиям подвергаются поверхности деталей машин, изделия из металлов, пластмасс и пр. Особенностью искусственных кож является их малый модуль по отношению к металлам, поэтому определение поверхностных свойств на стандартных приборах является проблематичным. Современные профилографы имеют большие усилия датчиков на исследуемый материал, что не приемлемо по отношению к низко модульным искусственным материалам, а так же отсутствие возможности вести измерения в деформированном состоянии. [2]

На кафедре технологии полимерных пленочных материалов и искусственной кожи МГУДТ модернизирован прибор для измерения неровностей листовых вязкоупругих материалов. Конструктивными особенностями прибора является его базирующий элемент в виде шара диаметром 100 мм для измерения неровностей поверхности материалов в свободном и деформированном состояниях. Скорость трассирования 314 мм/мин [3].

На рис. 1 представлено устройство, общий вид.

Устройство состоит из базирующего элемента (1, 2), который в свою очередь состоит из верхней части 1 со сферической поверхностью и нижней части 2, установленной на валу 3, и прикрепленным к ней поворотным столиком 4 с лимбом угла поворота, узла прижима, содер-

жащего направляющие 5 и кольцевой зажим 6 для крепления образца материала 16 с помощью болтов 13 и гаек 14. Вал 3, находящийся на опорных стойках 15, связан посредством редуктора 7 с электродвигателем 8. На основании прибора 9 закреплена стойка 10 с подвижным кронштейном 11 и датчиком перемещения 12, которые представляют собой отсчетный узел.

Устройство дает возможность вести измерения профилей поверхностей анизотропных листовых материалов под любым углом в диапазоне от 0 до 180° без замены образца. Результат достигается тем, что базирующий элемент, состоит из двух частей: нижней части, находящейся на валу, и прикрепленным к ней поворотным столиком с лимбом угла поворота, и верхней части со сферической поверхностью, которая совместно с узлом прижима исследуемого материала и поворотным столиком, представляет собой единую конструкцию, выполненную с возможностью поворота в плоскости перпендикулярной оси базирующего элемента [3].

Первостепенной задачей при изготовлении профилографов для оценки характеристик поверхности низкомодульных материалов являлось создание контактного датчика. Выбор пал на щуповой тензометрический контактный консольный датчик. Чувствительный элемент датчика, изготовленный из дюралюминия марки Д16, представлен на рис 2. Материал датчика выбран с учётом низкого модуля, поэтому можно его использовать для регистрации быстро протекающих процессов. Основание чувствительного элемента 1, консольно крепящееся к кронштейну, переходит в чувствительную балочку 2, на которую наклеены тензорезисторы 3. Балочка переходит в жесткий рычаг 4, который предназначен для снижения давления съемного щупа датчика 5 на образец. При сборке датчика применяли тензорезисторы марки КФ-5 [4].

Электрическая блок-схема измерения и автоматической записи неровности поверхности исследуемого материала представлена на рис. 3.

Чувствительность датчика можно варьировать в широком диапазоне, изменяя стабилизированные постоянные напряжения на выходе датчика. Источник стабилизированного постоянного напряжения дает возможность

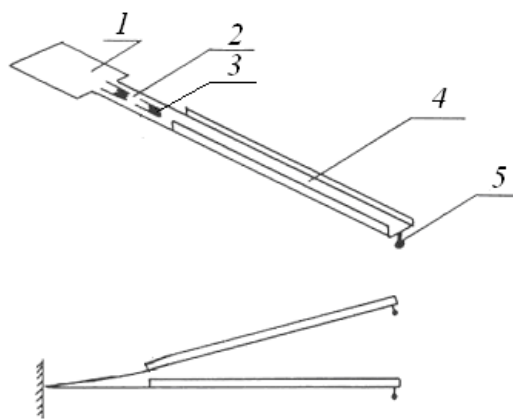


Рис. 2. Контактный датчик для профильных исследований

изменять питающее напряжение от 3 до 15 В, при этом меняется как чувствительность датчика, так и кратность увеличения [5].

Важнейшим параметром пригодности датчика для профильного метода исследований являются показатели давления щупа датчика, оказываемого на поверхность исследуемого материала, и градиент усилия при механических колебаниях. Максимальное измерительное усилие при среднем уровне щупа определено в международном стандарте ИСО 1880. Для радиуса щупа датчика 10 мкм максимальное измерительное усилие при среднем уровне щупа не должно превышать 0,004 Н, а максимальная постоянная измерительного усилия не должна превышать 200 Н/м.

На рис. 4 отображен вид снятых профилограмм поверхности искусственной кожи СК-8 в свободном и деформированном состоянии.

Таким образом, созданное устройство позволяет определить неровности поверхности низкомодульных искусственных материалов в свободном и деформированном состоянии под любым углом в диапазоне от 0 до 180°, дает возможность изучить скрытые дефекты анизотропных искусственных материалов, зависящие от направления и проявляющиеся в деформированном состоянии, а так

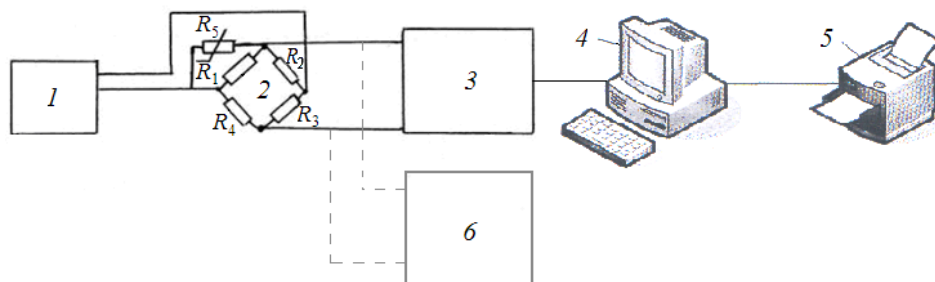


Рис. 3. Электрическая блок-схема регистрации неровностей поверхности материалов:
1 – источник постоянного стабилизированного напряжения; 2 – тензометрический консольный датчик;
3 – АЦП; 4 – компьютер; 5 – принтер; 6 – КСП-4

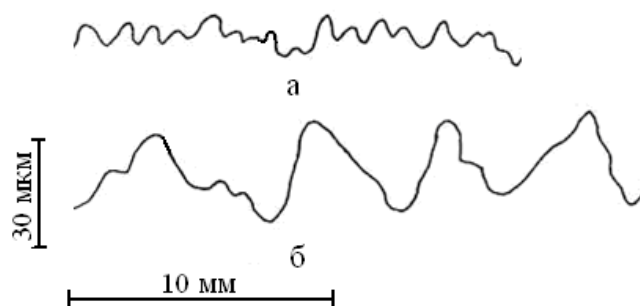


Рис. 4. Профилограммы поверхности искусственной кожи СК-8:
а – в свободном состоянии; б – в деформированном состоянии

же определить их взаимосвязь с технологическими параметрами получения искусственных материалов, что в конечном итоге отразится на повышении качества выпускаемой продукции.

Данная работа поможет в обнаружении и устранении

дефектов, связанных с неровностью поверхности и оценить профиль поверхности материалов с точки зрения ее микрогеометрии на предприятиях лёгкой промышленности в производстве продукции из искусственных и синтетических материалов [6].

Литература:

1. Суслов А.Г., Корсакова И.М. Назначение, обозначение и контроль параметров шероховатости поверхностей деталей машин [Текст]. – М.: МГИУ, 2010.
2. ГОСТ 19300–86. Профилографы-профилометры контактные [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1986.
3. Тугучева С.А., Копылов А.И., Андрианова Г.П., Кечекьян А.С. Устройство для измерения неровностей листовых вязкоупругих материалов в свободном и деформированном состоянии. – Ч.: Молодой ученый, №9 (32), 2011, С. 59–61.
4. Тугучева С.А., Копылов А.И., Андрианова Г.П., Кечекьян А.С. Консольный датчик для профильных исследований низкомодульных материалов. – М.: Дизайн и технологии (МГУДТ), №25, 2011, С. 68–72.
5. Заболотная Ю.А. Современные датчики [Текст]: спр. – М.: Техносфера, 2005.5.
6. Копылов А.И., Тугучева С.А., Андрианова Г.П., Кечекьян А.С. Заявка на патент 2011120381 Российская Федерация, МПК В 5/28 G 01 Устройство для измерения неровностей листовых вязкоупругих материалов [Текст]/ заявл. 23.05.2011.

Структура и запасы лабильного органического вещества на отвалах вскрышных пород Изыхского каменноугольного месторождения республики Хакасия

Швабенланд Ирина Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент
Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова

Органическая часть почвы чрезвычайно гетерогенна, что обуславливает разную устойчивость его компонентов к разложению. По этому признаку органическое вещество разделяется на 2 фракции: легкоминерализуемое (ЛМОВ) и устойчивое. Легкоминерализуемое органическое вещество представляет собой сумму лабильных (растительные и животные остатки и микробобiomасса) и подвижных форм, переходящих в жидкую фазу почвы (водо- и щелочно-растворимые соединения). Структура и запасы компонентов лабильного органического вещества слабо изучена на техноземах Европейской части России, Средней Сибири и совсем не изучена на техноземах Ха-

касии. Это определило постановку наших исследований.

Цель исследования заключается в изучении структуры и запасов лабильного органического вещества на отвалах вскрышных пород Изыхского каменноугольного месторождения республики Хакасия.

Техногенные комплексы занимают значительное место в общей цепи природных экосистем Сибири. Разработка угольных месторождений влечет за собой разрушение почвенного и растительного покрова, нарушение естественного рельефа, изменение гидрологического режима, изменение сложившихся природных циклов углерода и азота, изменение микроклимата и вынос на дневную поверхность

значительных объемов вскрышных пород [1,4]. При этом территория, испытывающая на себе отрицательное воздействие горного производства, примерно в 10 раз превышает площадь самих нарушенных участков [3].

В.В. Чупрова и Л.С. Шугалей [9] считают, что формирование растительного и почвенного покрова на техногенных территориях происходит под влиянием окружающих высокопродуктивных естественных ландшафтов и агроценозов. Установлено, что смежные с техногенными территориями сохранившиеся естественные ландшафты и культурные биогеоценозы, обладая способностью к саморегуляции и повышению устойчивости, активно стремятся к заполнению биологической ниши. На технически рекультивированные земли поступают потоки вещества и энергии в виде семян и спор высших и низших растений, микроорганизмы, характерные для зоны.

Формирование лабильного органического вещества идет за счет произрастающих растений: корней и опавших надземных органов. Совокупность этих остатков составляет подземное растительное вещество и по нашим представлениям является лабильной формой легкогидролизуемой части органического вещества. Корни как компонент подземного растительного вещества представляют собой органы, специализированные для закрепления растений на почве, накопления и проведения веществ. Функции корней многообразны: регулируют метаболическую активность микробного сообщества, преобразуют свойства ризосферной почвы, участвуют в азотфиксации, закрепляют почвенные частицы в стабильные макроагрегаты и придают им свойства водоустойчивости [8]. Другим компонентом подземного растительного вещества является мортмасса, запасы которой складываются из отмирающих корней и надземных органов растений. Отмирание

тех и других органов происходит как в летний период, так и осенью. Данные о запасах надземной и подземной фитомассы дают представление о количестве растительной массы, участвующей в процессах почвообразования и в общем биологическом круговороте веществ, а также раскрывают пути приспособления растений к факторам внешней среды [2].

Наши исследования показали, что запасы растительного вещества в исследованных почвах изменяются в широких пределах (табл. 1).

Общий запас растительного вещества в техноземах, используемых под пастбища, преобладает по сравнению с таковым на самозарастающих отвалах, что коррелирует с содержанием гумуса в них. Общий запас растительного органического вещества на описываемых площадях, по данным наших исследований, составляет 12,78 т/га на каштановой почве, занятой агроценозом пшеницы; 21,45 т/га — на Самозарастающем отвале; 34,15 т/га — на Бестранспортном отвале.

Соотношение между надземными и подземными компонентами растительного вещества составляет: 0,2 — на Самозарастающем отвале; 0,2 — на Бестранспортном отвале и 1,7 на каштановой почве. Соотношение на пастбищах между подземным и надземным растительным веществом говорит о преобладании подземного, в отличие от агроценоза на каштановой почве, в котором доминирует надземное растительное вещество.

Заметим, что в структуре надземного растительного вещества всех изученных почв преобладает зеленая фитомасса. Наибольший запас надземной фитомассы отмечен в агроценозе пшеницы на каштановой почве и обусловлен высокими запасами зерна и соломы. Минимальный запас надземной фитомассы характерен для Самозарастающего

Таблица 1

Запасы растительного вещества, т/га (2005–2012 гг.)

Компоненты растительного вещества, т/га	Техноземы		Каштановая почва (агроценоз пшеницы)
	Самозарастающего отвала	Бестранспортного отвала (пастбище)	
Надземное:			
Зеленая масса (G):	1,09	3,07	4,11
— зерно	-	-	1,23
— солома	-	-	2,34
Ветошь (D)	0,98	1,49	0,34
Подстилка (L)	0,97	1,47	-
Всего	3,07	6,03	8,02
Подземное (0–20 см):			
Корни (R+V)			
мм>2 (St)	8,57	12,14	1,87
мм<2 (Rem)	3,04	5,05	2,55
Всего	6,77	10,93	0,34
	18,38	28,12	4,76
Общий запас	21,45	34,15	12,78

Таблица 2

Статистические характеристики запасов подземного растительного вещества (т/га) в слое 0–20 см, в техноземах и зональных почвах (2005–2012 гг.)

П. п.	Название почвы	Органы растений	n*	max-min	X	S _x	S _x , %	S	S ²	V, %
Самозарастающий отвал	Технозем	корни	10	2,14–1,60	1,84	0,05	2,82	0,16	0,03	9
		мм>2	10	1,95–1,46	1,67	0,05	3,20	0,17	0,03	10
		мм<2	10	2,79–2,14	2,44	0,07	2,98	0,23	0,05	9
Агроценоз пшеницы, пашня	Каштановая почва	корни	10	6,33–1,08	2,96	0,61	20,44	1,91	3,66	65
		мм>2	10	6,37–3,28	4,42	0,33	7,45	1,04	1,08	24
		мм<2	10	10,70–3,85	5,76	0,63	10,99	2,00	3,99	35
Бестранспортный отвал, пастбище	Технозем	корни	10	14,37–10,34	12,14	0,37	3,08	1,18	1,39	10
		мм>2	10	6,92–2,79	5,05	0,42	8,24	1,32	1,73	26
		мм<2	10	12,48–7,63	10,93	0,45	4,12	1,42	2,02	13

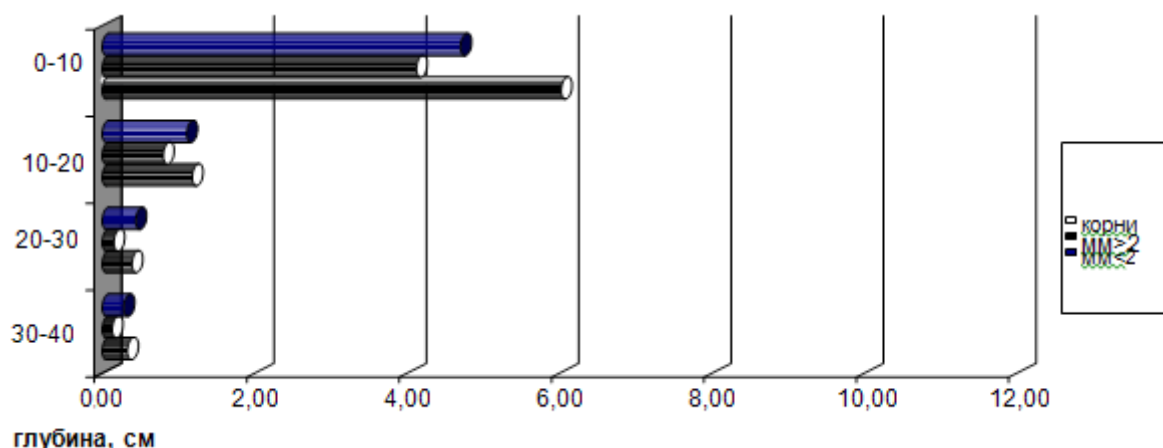


Рис. 1. Распределение подземного растительного вещества в профиле почв, т/га

отвала, что связано с произрастающей на нем растительности.

На снижение продукции повлияло также неустойчивое увлажнение и частые засухи в первую половину вегетационного сезона, что вызвало активную реутилизацию пластических веществ, замедлявшую рост и развитие растений, но стимулировавшую образование ветоши. К тому же, главным параметром, определяющим наибольшую интенсивность прироста надземной массы, является и количество фотосинтезирующих органов. Чем больше зеленой фитомассы, тем больше органического вещества продуцируется фитоценозом в единицу времени [7].

Рассматриваемые нами отвалы имеют различия в видовой насыщенности растениями и в величинах фитомассы. Основу травостоя практически на всех изученных техноземах отвалов вскрышных пород Изыхского каменноугольного бассейна составляют злаки. Фитомасса выше на техноземах, чем на зональных ненарушенных почвах. В структуре надземной фитомассы травяных фитоценозов в отличие от агроценозов выделяется подстилка, которая

лежит на почве и ее нижний слой непосредственно соприкасается с минеральной частью почвы. Поэтому подстилку рассматривают [10] как компонент, соединяющий надземный и подземный ярусы в процессах биологического круговорота. Запас и мощность подстилки увеличивается, когда накопившаяся ветошь ляжет на почву. Роль травяной подстилки проявляется в питании растений, гумусообразовании, сохранении влаги и защите почв от эрозии. Она, с одной стороны, способствует поддержанию свойств и признаков насыпного гумусово-аккумулятивного горизонта, а с другой — изменению его вещественного состава, что, возможно, может привести к ослаблению профилепреобразующих и усилению профиледифференцирующих процессов [5]. Результаты исследования (табл. 2) показывают, что масса подстилок на пастбищных техноземах возрастает в 2 раза по сравнению с фоновыми почвами, так как пастбищная нагрузка на сравниваемых объектах неодинаковая.

Доля зеленой массы растений на техноземах и зональных почвах, также неодинакова. При анализе рас-

предела 30–40 см толщи, по данным 2011 года, было выявлено, что в агроценозе пшеницы запасы подземной фитомассы заметно уступают таковым на пастбищах (рис. 1). В составе подземного растительного вещества преобладает мортмасса, в частности, мелкая мортмасса, что указывает на заторможенность процессов ее разложения. Такая особенность, согласно исследованиям А.А. Титляновой и Н.П. Миронычевой-Токаревой [6], является характерной чертой восстанавливающихся экосистем, в которых часть образующегося вещества и

энергии накапливается в мертвом веществе. Эта закономерность четко просматривается на Самозарастающем и Бестранспортном отвале на каждой глубине. Отличительной особенностью подземного растительного вещества на пастбищах является наибольшая концентрация запасов подземной фитомассы в слое 0–10 см и резкое уменьшение их вниз по профилю.

Таким образом, уровень биологической продуктивности изученных почв зависит от видовых особенностей растений, слагающих конкретные сообщества, и почвенно-экологических условий их местообитания.

Литература:

1. Андроханов В.А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов [Текст] / Андроханов, В.А., Куляпина, Е.Д., Курачев, В.М. // Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. — 151 с.
2. Горшкова А.А. Биодиагностика сохранения и восстановления степных пастбищных экосистем Сибири [Текст] / А.А. Горшкова, В.Г. Мордкович, С.К. Стебаева // Сибирский экологический журнал. — 1994. — №5. — С. 403–416.
3. Левит С.Я. Породы вскрышных уральских железорудных месторождений и возможность использования их для рекультивации [Текст] / С.Я. Левит, Г.М. Пикалова // Освоение нарушенных земель. — М.: Наука, 1976. — С. 72–81.
4. Моторина Л.В. Опыт рекультивации нарушенных промышленностью ландшафтов в СССР и зарубежных странах. Обзорная информация [Текст] / Л.В. Моторина. — М.: ВНИИТЭИСХ, 1975. — 85 с.
5. Савельева И.Н. Запасы и интенсивности основных потоков углерода в агроэкосистемах на техноземах Назаровской котловины [Текст] / И.Н. Савельева // Диссер. на соискание ученой степени канд. биол. наук. — 2009. — С. 109–119.
6. Титлянова А.А. Круговорот углерода в травяных экосистемах при зарастании отвалов [Текст] / А.А. Титлянова, Н.П. Миронычева-Токарева, Н.Б. Наумова // Почвоведение. — 1988. — №7. — С. 164–174.
7. Чупрова В.В. Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири [Текст] / В.В. Чупрова. — Красноярск: Изд-во КГУ, 1997. — 166 с.
8. Чупрова В.В. Поступление и разложение растительных остатков в агроценозах Средней Сибири [Текст] / В.В. Чупрова // Почвоведение. — 2001. — №2. — С. 204–214.
9. Чупрова В.В. Особенности макроморфогенеза почв на отвалах угольных разрезов Назаровской котловины [Текст] / В.В. Чупрова, Л.С. Шугалей // Вестник КрасГАУ. — Красноярск: Изд-во КрасГАУ. — 2007. — Вып. 1. — С. 61–70.
10. Шибарева С.В. Запасы и элементный состав подстилок в лесных и травяных экосистемах Сибири [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С.В. Шибарева. — Новосибирск, 2004. — 22 с.

12. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

Концепция создания электронных обучающих средств для школьников младших классов

Явич Максим Павлович, старший преподаватель, докторант
Грузинский технический университет

Целью разработки концепции создания электронных обучающих средств (ЭОС) для школьников младших классов является повышение уровня знаний и интеллекта школьника благодаря: появлению условий для самостоятельного изучения учебного материала в удобном для него месте и времени; более глубокой индивидуализации обучения и обеспечения условий для его вариантов; развитие как образного, так и логического мышления; возможности использования мультимедийных информационных материалов; возможности автоматической генерации большого количества различных заданий и контроля и более объективной оценки знаний, благодаря автоматизированному контролю; возможности обучения поиску информации в различных поисковых системах; возможности точного определения индивидуальных особенностей каждого учащегося, благодаря вариативности материала и обратной связи; возможности использования в учебном процессе технологий мультимедиа и гипертекстовых систем. ЭОС должны отвечать следующим дидактическим требованиям: научность, доступность, наглядность, системность и последовательность в обучении, возможность заинтересовать ребенка и его сознательное желание учиться, высокое качество в освоении знаний, единство образовательных, воспитательных и развивающих функций обучения, возможность индивидуального обучения и высокая адаптивность в обучение в зависимости от развития ребенка, обеспечение целостности и непрерывности дидактического цикла обучения, максимальное использование компьютерного учебного материала при его сравнительно небольшом объеме, учитывая особенности возраста.

ЭОС должны быть ориентированы на психологические особенности детей младшего школьного возраста [1], с учетом специфических национальных особенностей, традиций, лингвистических и языковых систем и соответствовать эстетическим, эргономическим и технико-экономическим требованиям.

ЭОС — средство дополнительного образования в виде электронного издания для локального использования, выпускаемое в ограниченном тираже в виде идентичных экземпляров и не является электронным аналогом соответствующих традиционных учебников. ЭОС

разрабатывается на основе средств программирования, гипертекстовых технологий, мультимедийных технологий и может сочетать в себе все вышеперечисленные средства в самых различных соотношениях. ЭОС разработанная на основе интеллектуальных технологий способна к определению ошибочных либо недостаточных знаний школьника, позволяет обучать его на высоком уровне, контролировать его знания и в случае необходимости давать ему дополнительные объяснения соответствующего раздела (которые школьник недостаточно усвоил), адаптировать процесс обучения, исходя из индивидуальных особенностей с учетом умственного развития и интеллектуальных особенностей каждого ребенка. В этом случае ребенок не только получает знания и контролируется их усвоение, но и имеется возможность дать ему (в случае недостаточного уровня усвоения) дополнительные пояснения, определить пробелы в обучении. Материал, заложенный в ЭОС, должен быть систематизирован и структурирован, учитывать межпредметные особенности изучаемого в школе материала. Последовательность подачи должно быть аргументировано и логично, способствовать прочности усвоения как школьных знаний, так и расширения интеллектуального кругозора ребенка. При разработке ЭОС наиболее целесообразно использование программных средств Microsoft Word и Microsoft PowerPoint основного пакета MS Office.

Учитывая, что обучаемый это ребенок 7–11 лет с еще формирующейся психикой, из семей с различным уровнем образованности, имеющих разные, генетические заложенные, умственные способности и интеллект, ЭОС должны способствовать постепенному, но постоянному развитию детей. Материал, заложенный в ЭОС, является средством дополнительного образования и не должен противоречить основным целям обучения ребенка, использование ЭОС должно быть сугубо индивидуальным и рассчитано на детей с различным уровнем развития. Его использование не должно вызвать у ребенка чувства противоречия. Внедрение ЭОС должно быть ступенчатым, деликатным при наличии высококвалифицированного педагога, который способен правильно преподнести необходимость использования ЭОС, заинтересовав большинство учеников. Для детей этого возраста педагог

фактически должен быть не только учителем, но и психологом, который может быстро и адекватно отреагировать на любые проблемы ребенка в процессе обучения [2].

Соблюдение дидактических принципов применимости материала [3], его доступности для детей разного уровня, новизны, пригодности для ребенка способствует более успешному развитию. При создании ЭОС необходимо учитывать ряд специфических требований: адаптивность курса, интерактивность самого обучения — интерактивный диалог на родном языке, четкий контроль знаний, реализация возможностей компьютерной визуализации учебной информации, как средства повышения интеллектуального уровня ребенка в процессе обучения. Разрабатываемые ЭОС должны обладать когнитивностью [4]. Использование в процессе обучения контролирующих систем наиболее эффективный путь к повышению уровня восприятия и переработки информации и, как следствие, эффективности обучения. В случае использования компьютерных технологий повышается достоверность оценки полученных знаний, определяется действительный уровень школьника, независимо от случайных факторов и субъективных позиции учителя. Необходимо создание креативности учебного процесса. При использовании ЭОС основной упор делается на творческую работу ребенка, возможно с использованием методик эвристического образования. Трудности с проблемой интерфейса креативной среды не должны стать

барьером, возникающим перед ребенком, наоборот, в случае наличия у педагога высокого уровня знаний, креативная среда может явиться одним из решающих факторов в развитии умственных способностей и интеллекта ученика. Для этого необходима талантливая система тестирования — подбор вопросов, их формулировок и интерпретации ответов, что позволяет получить наиболее полную и достоверную оценку знаний ребенка. Использование в процессе обучения младшеклассника ЭОС является основным средством для облегчения усвоения и понимания наиболее существенных понятий, утверждений и примеров, более глубокого понимания, как программного учебного материала, так и освоенного в результате применения компьютерных технологий, используя генетически заложенные умственные и интеллектуальные свойства ребенка и их развития.

ЭОС должны соответствовать существующим методологическим требованиям [5,6]. В основе эргономики должно быть наличие дружественного интерфейса, отсутствие элементов отрицательного воздействия на психику (цветовые гаммы, агрессивность текста, непонятность алфавитных и цифровых обозначений). При создании ЭОС необходим учет психологических и санитарно-гигиенических требований при работе с компьютерами для детей данного возраста. При соблюдении всех принципов заложенных в вышеизложенную концепцию, ЭОС становится мощным средством интеллектуального уровня ребенка.

Литература:

1. Смирнова Е.О. Детская психология. Учеб. — М.: Владос, 2003. — 368 с.
2. Вачков И.В. Самосознание учителей и учащихся: полисубъектный подход: Монография. — М.: Издательство СГИ, 2000. — 114 с.
3. Хуторской А.В., Андрианова Г.А. Информатика и ИКТ в начальной школе — М. Бином, 2009. -152 с.
4. Ратанова Т.А. Когнитивная дифференцированность как основа личностного развития // М-лы III Всероссийского съезда психологов, 25–28 июня 2003 г. — СПб, т.6, 2003. с. 503–507.
5. Абраменко А.И. Педагогико-эргономические условия безопасного и эффективного использования вычислительной техники, информатизации и коммуникации в сфере общего среднего образования // Информатика и образование. 2000. — №10. — с. 26–37.
6. Учение и зрение: Методическое пособие по охране, гигиене и профилактике зрения / Сост. З.П. Малева. Челябинск: Изд-во «Околица»; Челябинский институт дополнительного профессионального образования педагогических работников. — Челябинск, 2002. — 127 с.

Концепция создания интеллектуальных компьютерных игр для детей дошкольного возраста

Явич Максим Павлович, старший преподаватель, докторант
Грузинский технический университет

На личность сегодняшнего дошкольника оказывает значительное влияние бурное развитие ИКТ и компьютерных технологий. Уже в возрасте 3 лет ребенок начинает интересоваться компьютерными устройствами, которые

он видит дома. Процесс развития ребенка можно определить как две стадии социализации: первичную, характерную для раннего детства, и вторую — стадию формирования процессов саморегуляции [1]. Уже в возрасте 4–5

лет дошкольник понимает, что, используя компьютер, он может стать участником игрового процесса. Это приводит к изменению его желаний и, как следствие, метода воспитания. Учитывая, что воспитание это целенаправленный процесс воздействия на личность ребенка, который является в данном случае объектом, необходим достаточно продуманный подход со стороны родителей и педагогов в выборе компьютерных игр, оценивая их положительные и отрицательные стороны [2,3]. Большинство из находящихся в коммерческой продаже не обладают дружественным интерфейсом, имеют ярко выраженную агрессивность в содержании. С одной стороны это приводит к появлению у ребенка агрессивности, враждебности, что может проявляться в его поведении. С другой стороны, в компьютерной игре он может выражать реакцию на уже имеющиеся у него агрессивные импульсы, чувство гнева, злость — все, что не одобряется его окружением. Игра может стать формой эскапизма, с появлением компьютерной зависимости, способом ухода от действительности, беспомощностью ребенка. К сожалению, подобного типа игры наиболее рейтинговые [4].

Все вышесказанное говорит о необходимости создания для дошкольника другого типа игр с высоким интеллектуальным уровнем (ИИ) [5], позволяющие расширение возможностей ИКТ в воспитании ребенка; повышение его интеллектуального уровня на основе ИКТ и компьютерных технологий; развитие у него логического мышления; создание условий для самостоятельной его творческой работы (желательно под надзором взрослых); получение ребенком интеллектуальной мультимедийной информации о различных странах, обычаях народов, явлениях природы и т.д.; дать ребенку информацию и возможность услышать в игровой форме различные языки разных народов мира; проводить с ребенком занятия по родному языку с указанием конкретных лингвистических ошибок; проводить с ребенком занятия по иностранным языкам основываясь на выборе родителей в зависимости от его национальности и места проживания; в более старшем дошкольном возрасте начинать обучения его алфавиту, чтению, цифрам, простейшим арифметическим операциям; дать ему возможность более глубокого изучения компьютерных технологий, научить использовать простейшие компьютерные программы [6].

При отборе и подготовке подобных ИИ следует учитывать дидактические критерии сложности и трудоемкости. Компьютерные дидактические интеллектуальные игры являются одним из видов компьютерных обучающих программ, в которых должны сочетаться учебные и игровые цели. Необходимо соблюдать и другие дидактические критерии, такие, как доступность и годность выбранной формы материала, научность, наглядность,

последовательность обучения. Ребенка надо заинтересованность, необходимо единство воспитательных и развивающих функций обучения, структурно-функциональную связываемость, целостность и непрерывность дидактического цикла обучения, сравнительно небольшой объем предлагаемого материала. Основной принцип при разработке — глубокая проработка материала, представление его в таком виде и с таким интерфейсом, которые позволили бы ребенку наиболее эффективно использовать ИИ. Особое внимание следует уделять креативности игрового материала. Необходимо не нарушать желание ребенка к творчеству, к новаторству, к поиску своего «Я». Креативность среды один из основных факторов способствующих умственному развитию ребенка, наряду с когнитивностью. Необходимо наличие программ, которые позволяют контролировать самим ребенком его знания и умения. Эти системы должны обладать особым уровнем интеллекта, чтобы не оттолкнуть ребенка от желания их использовать. ИИ должны быть ориентированы на психологические особенности ребенка дошкольного возраста с учетом специфических национальных особенностей, традиций, лингвистических и языковых систем.

В определенной мере в ИИ должно присутствовать тестирование. Это позволяет приучить ребенка к использованию данного метода, что будет необходимо ему в старшем возрасте. Тесты должны быть простыми, хорошо составленными, понятными ребенку, учитывать национальные традиции и окружение. Например: наряду с вопросом какого цвета небо (ответы: синее, голубое, зеленое, бесцветное) или какого цвета река или море (голубое, серое, белое, коричневатое), предлагаются более сложные, например, для грузинских детей, кто автор «Витязя в тигровой шкуре», также 3–4 ответа, покажите его, на десктопе появляются портреты и т.д.

ИИ должны соответствовать разработанным психологами системам эстетических, эргономических, психолого-педагогических и технико-экономических требований. Особое внимание следует обратить на цветовую гамму, цветовую палитру, яркость и контрастность изображения на экране монитора. Цвета необходимо подбирать насыщенные, контрастные по отношению друг к другу, естественных оттенков, встречающихся в природе. Необходима тщательная проработка дизайна. Ничего не должно вызывать у ребенка отрицательных эмоций, Необходимо соблюдение рекомендуемых санитарно-гигиенических требований при работе с компьютером в этом возрасте.

Разработанная концепция дает возможность создавать ИИ необходимые для умственного и интеллектуального развития детей, способные оградить их от пагубного влияния на психику большинства существующих на рынке компьютерных игр, не109.

Литература:

1. Безруких М.М., Логинова Е.С. Возрастные особенности структуры саморегуляции деятельности у детей 4–5 лет // Мир психологии. — 2002. — № 1. — С. 121–126.

2. Зворыгина Е. Педагогические подходы к компьютерным играм для дошкольников // Информатика и образование. — 1990. №6 — с. 94—102.
3. Корецкий В. Компьютерные игры и нравственный выбор // Информатика и образование. — 1989. №2. — С. 119—121.
4. Войскунский А.Е. Актуальные проблемы зависимости от Интернета // Психологический журнал, № 1, 2004, с. 90—100.
5. Subrahmanyam K., Kraut R.E., Greenfield P.M., Gross E.F. The impact of home computer use on children's activities and development // Available as [WWW document] URL www.futureofchildren.org/urs_doc/
6. Макалатия А.Г. Мотивация в компьютерных играх // 3-я Российская конференция по экологической психологии (Москва, 15—17 сентября 2003 г.). Тезисы. — М.: Психологический институт РАО, 2003, с. 358—361.

Научное издание

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ (II)

Международная заочная научная конференция
г. Москва, ноябрь 2012 г.

Материалы печатаются в авторской редакции

Дизайн обложки: *Е.А. Шишков*

Верстка: *П.Я. Бурьянов*

Подписано в печать 24.11.2012. Формат 60х90 ¹/₈.
Гарнитура «Литературная». Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 19,4. Уч.-изд. л. 14,0. Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии «Ваш полиграфический партнер»
127238, Москва, Ильменский пр-д, д. 1, стр. 6