

П. Блонский.

ISSN 2072-0297



МОЛОДОЙ[®] УЧЁНЫЙ

международный научный журнал

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ
ОЧЕРКИ

Трилогия Т. Н. В. КУШНЕРОВЪ и С. Давыдовъ 1915.
МОСКВА—1915.



16+

23
2016
Часть I

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 23 (127) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хуснидин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

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

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

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

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

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

Международный редакционный совет:

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

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

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

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*

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

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

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

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Курпаяниди Константин Иванович, *доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)*

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

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

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

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственные редакторы: Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

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

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

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

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

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 30.11.2016. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

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

На обложке изображен академик *Павел Петрович Блонский* (1884–1941), известный русский и советский психолог, педагог и философ.

Еще во время обучения во 2-й Киевской гимназии Блонский начал подрабатывать частными уроками. Тогда же он заинтересовался психологией, педагогикой и философией.

С 1902 по 1907 год Павел Петрович Блонский учился в Киевском университете Святого Владимира. Заканчивая обучение в университете, за работу «Проблема реальности у Беркли» Блонский получил золотую медаль. В 1907 году становится вольнослушателем Московского университета, в 1908 году поступает в аспирантуру на кафедру философии и одновременно преподает в нескольких московских гимназиях, с 1913 года является приват-доцентом. В течение семи лет читал собственный курс лекций по педагогической психологии.

П. П. Блонский был активным реорганизатором учебных стандартов и программ, разработчиком новых методик обучения с учетом индивидуальных особенностей мышления, памяти и речи детей. Основной акцент в его разработках был сделан на учете возрастных периодов для эффективного и гармоничного развития личности школьника.

Последние годы жизни Блонский работал в московском Институте психологии. В феврале 1941 года он умирает от туберкулеза.

Наиболее значимые труды Павла Петровича Блонского: «Педология» (1934 г.), «Очерки детской сексуальности» (1935 г.), «Память и мышление» (1935 г.).

Людмила Вейса, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Цветкова О. А., Кудинова О. П.**
Импульсное взаимодействие плоского тела1

ХИМИЯ

- Латышова С. Е., Рудакова Т. П.**
Изучение процесса получения цианистого натрия как промежуточного продукта в синтезе метионина..... 4

ИНФОРМАТИКА

- Abduvahabova D. N.**
Intelligent embedded systems7
- Ананьин Е. В., Кожевникова И. С., Лысенко А. В., Никишова А. В.**
Формализованная модель обнаружения сканирования портов..... 9
- Григорьев И. В., Шангареева Г. Р., Мустафина С. А.**
Сравнительный анализ численного решения задач оптимального управления.....12
- Ерёмина Д. В.**
Разработка электронного учебника по дисциплине «информатика» для студентов аграрного вуза.....15
- Скрыпников И. С.**
Статический анализатор кода на основе взаимодействия интервального анализа и анализа указателей.....19

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Alekhin S. N., Dmitrienko N. A., Duloglu T. A.**
Experimental research of strain textile under static load24

- Ахметжан С. З., Жуманов Т. Е., Жаумитов Н. Б.**
Обзор существующих технологий управления отработкой винтовых забойных двигателей при бурении скважин 27

- Воронова Н. С.**
Исследование физиолого-биохимических показателей современных гибридов семян подсолнечника с различным жирнокислотным составом и подсолнечного жмыха как источника белковых веществ 30

- Воронова Н. С.**
Функциональный напиток на основе молочной сыворотки с овощными наполнителями.....32

- Карамышева Е. О., Головченко Д. А.**
Проектирование подсистемы сетевого сервиса.....35

- Давранов Г. Т., Фырлина Г. Л.**
Способ уменьшения процесса заиливания малых русловых водохранилищ 37

- Данилов П. В., Жиганов К. В., Пронин А. В.**
Использование ионизирующих излучений в промышленности, медицине и других областях 40

- Джаббаров Н. И., Захаров А. М., Зыков А. В.**
Оценка показателей эффективности процесса очистки картофеля аэродинамическим способом (некоторые результаты проекта 16-38-00343 РФФИ)44

- Каченюк М. Н., Носков А. В., Патрушев В. С.**
Исследование влияния различных режимов ионного азотирования на формирование поверхностного упрочненного слоя быстрорежущей стали Р6М5 50

- Каюгина С. М.**
Решение задач оптимального раскроя средствами MS Excel54

Колбасина А. В. Технологии холодильного консервирования и посола мяса в тушах.....	57	Свечникова Н. Ю., Коновницына Н. С., Игуменшева Е. А., Кухаренко О. Г. Комплексное использование отходов углеобогащения ОАО ЦОФ «Беловская».....	89
Кондратюк А. В. Анализ особенностей типовых конструкций полевых транзисторов с изолированным затвором.....	59	Ткачева В. Р., Галка Г. А. Обзор существующих систем кондиционирования воздушных судов.....	91
Коноваленко С. А., Королев И. Д. Анализ систем мониторинга вычислительных сетей.....	66	Трубиенко О. В., Кузнецов В. И., Кривенцов С. М., Вершинин А. Н., Ануфриев И. Б., Беляева Е. Г., Визавитин О. И., Головченко Д. А., Красовская Н. В., Юрсков С. В. Инновационная модульная система интеллектуального комплексного мониторинга динамических объектов и ее роль в мониторинге и защите окружающей среды.....	96
Куйкабаева А. А., Картанбаев Ж. Ж. Математическое и программное обеспечение процессов выделения трития из литиевой керамики Li ₂ TiO ₃ при ступенчатом изменении температуры.....	73	Турсунов Б. Д. Анализ и выявление путей совершенствования процессов горного дела.....	105
Молоков С. Е., Тырышкин Д. А. Информационные технологии в оценке эффективности использования альтернативного топлива.....	81	Khalilov A. Z. Analysis and modeling of asymmetrical operating modes of arc steel-smelting furnaces.....	106
Садовников А. В., Макаруч В. В. Литий-ионные аккумуляторы.....	84	Шхалахов Д. С., Нестеренко А. А. Использование растительных белков в мясной промышленности посредством добавления белковожировой эмульсии.....	109

ФИЗИКА

Импульсное взаимодействие плоского тела

Цветкова Ольга Алексеевна, кандидат физико-математических наук, доцент;

Кудинова Ольга Павловна, студент

Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина

В статье рассматривается импульсное взаимодействие плоского тела со стержневой упругой системой. Рассмотрен вопрос предотвращения кривизны возмущения упругой системы.

Импульсное взаимодействие систем связано с изменением энергии и в этой связи имеет сложную динамику, особенности которой определяются частными условиями.

Если на упругую стержневую систему действовать касательно плоским телом, расположенным перпендикулярно её продольной оси, способным обеспечить ей мгновенное приращение скорости ΔV , то этим можно создать значительные силы инерции. Эффект инерциального проявления возрастает пропорционально суммарной массе m свободной вершиной части системы. При выборе соответствующей геометрии взаимодействующей поверхности плоского тела можно предельно уменьшить действие точечного ударного процесса и явлений, связанных с ними, и привести к случаю скоростного касательного взаимодействия. Динамика процесса будет иметь более резкое проявление в случае наложения на основание системы раз-

личных связей, например, зажим стержней в подающем зажимном транспортере.

Сила инерции P вершинной части стержней (рис. 1) после взаимодействия плоским телом

$$P = -m \frac{d(v_t - v)}{dt} \tag{1}$$

Где V_t и V — соответственно скорости транспортирования системы плоского тела.

Из уравнения (1) следует, что больший эффект действия силы P возможен при V_t и V , противоположных по знаку (случай встречного движения), и условий, что $|V| > |V_t|$. При касательном движении импульса со стороны плоского твердого тела упругая система будет испытывать действие двух характерных составляющих сил P' и P'' сил инерции P .

Если угол касания α , то эти силы соответственно равны: $P' = P/\cos\alpha$; $P'' = \operatorname{tg}\alpha$

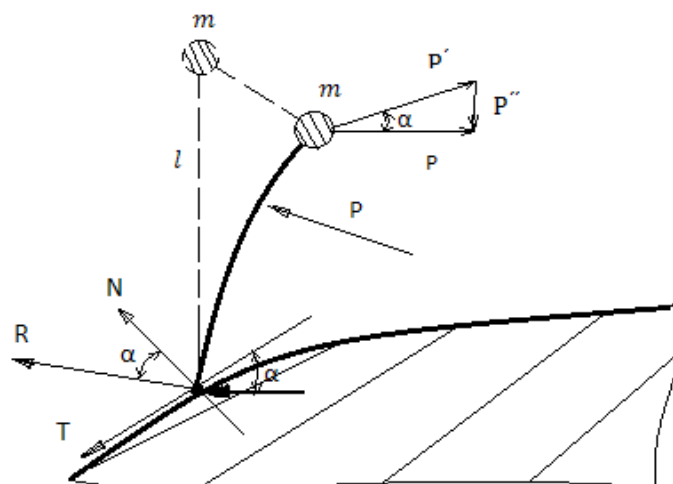


Рис. 1.

При этом сила \mathbf{P}' направляет вершину стержней вдоль поверхности касания, другая \mathbf{P}'' наклоняет их на плоское тело. Если сила P не превышает критических значений, скольжение системы вдоль грани касания должен существовать в пределе значений $0 < \alpha < \pi/2$.

При $\alpha = \text{const}$ силы \mathbf{P}' и \mathbf{P}'' затухают пропорционально изучению функции ускорения. Это показательно для случая, когда грань тела образует прямая линия. Если же грань тела описать по некоторой кривой, то возможно возникновение дополнительных динамических явлений, зависящих от изменения функции ускорения тел скольжения.

Если принять, как простейший и наиболее технологичный случай, когда образующая поверхности скольжения имеет вид $y = kx^2$ и скорость движения упругой системы $V_t = \text{const}$. Тогда движение вершинной части стержневых элементов после импульса встречного взаимодействия относительно выбранной системы координат в параметрической форме (рис. 2) описывается системой:

$$\begin{cases} x = f(t); \\ y = kf^2(t). \end{cases} \quad (3)$$

С учетом принятых допущений следует, что ускорения стержневой массы относительно осей соответственно равны:

$$\begin{cases} a_x = -\frac{K}{4v_y t \sqrt{\frac{v_y t}{K}}}; \\ a_y = \text{const} \end{cases} \quad (4)$$

Где v_y — скорость стержневой системы относительно оси y ; K — постоянная характеристика образующей кривой.

Из выражения (4) следует, что при выбранной форме поверхности касания возможно возникновение сил инерции, направленных противоположно ускорению a_x и влияющих на поведение вершинной части массы упругих элементов, которые начнут двигаться вдоль оси X в положительном направлении. Если стержневую систему об-

хватить одновременно двумя идентичными плоскими телами (рис. 2) при условии их встречного касания, то силовые импульсы в соответствии с уравнением (4) будут действовать встречно и создадут эффект бокового уплотнения системы элементов. Этим можно упорядочить движение упругой системы и обеспечить направленность ее движения в заданное целевое пространство плоского тела, определяемого криволинейными образующими поверхности скольжения.

Движение системы вдоль грани щели возможно, если

$$\mathbf{P}' > T; \quad T = fN. \quad (5)$$

Здесь N — нормальная реакция грани на действие силового импульса; f — коэффициент трения.

Из (рис. 1) видно, что $N = P \sin \alpha$. Тогда из условий (2) и (5) с учетом ограничений следует, что $f < \frac{2}{\sin 2\alpha}$.

Это означает, что заход стержневой системы в щелевое пространство возможен практически при всех условиях трения. С целью предотвращения повреждаемости поверхности следует ввести ограничение на угол касания, т. е. $\alpha < \varphi$ (φ — угол трения).

Стержневая система создает давление на грань плоского тела, равное реакции N , которая оценена выражением из условия упругой деформации

$$N = \frac{IE}{\rho l} \quad (6)$$

Где IE — жесткость упругой системы; ρ — радиус кривизны изогнутых стержней; l — Удаление точки касания от вершинной части.

Из выражения (6) следует, что трение при относительном движении плоского тела и стержней возрастает пропорционально значениям ρ и l . Поэтому для снижения сопротивления движения целесообразно обеспечить процесс взаимодействия плоского тела с системой упругих стержней в предельно нижнем положении. Предотвраща-

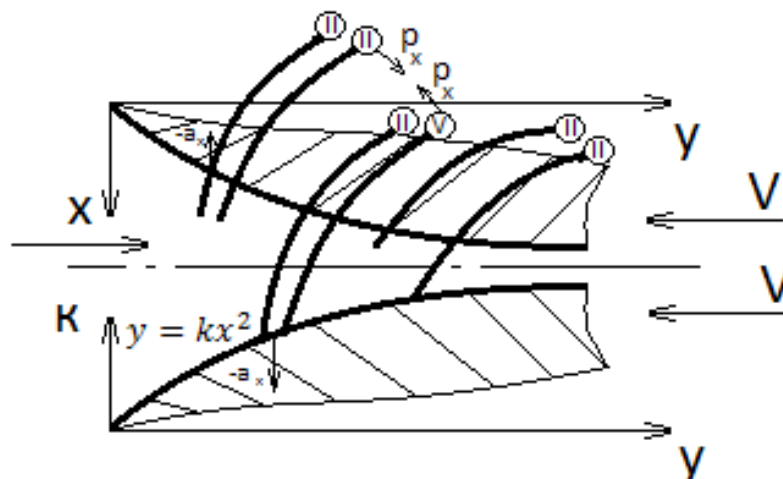


Рис. 2

тить недопустимую кривизну возмущенной упругой системы можно либо установкой специальных упоров на поверхности плоского тела, либо заданием ему движения одновременно и вдоль продольной оси стержневой массы. Последнее условие, более доступное, можно обеспечить, если плоскому телу задать вторую кривизну, при которой возможно перемещение поверхности касания не только в перпендикулярном, но и в продольном направлении. Из анализа состояния системы при дополнительном возмущении следует, что движение плоского тела вдоль про-

дольной оси возможно обеспечить при постоянстве скорости, не допуская её предельных значений. Этим исключается процесс захлестывания.

Описанные динамические явления могут быть положены в основу конструирования новых рабочих органов сельскохозяйственных машин, где в роли упругой системы может быть принята стебельная масса. Экспериментальная проверка на очесе стеблей льна щелевым очесывающим аппаратом подтверждает правильность сделанных выводов.

Литература:

1. Фролов, В. С. Инерциальная навигация.: Издательство «Знание» Москва 1970.—48 с.
2. Яблонский, А. А. Курс теоретической механики. — М.: Высшая школа, 1966
3. Болотин, Н. Н. Динамическая устойчивость упругих систем.-М.:Гостехиздат, 1956

ХИМИЯ

Изучение процесса получения цианистого натрия как промежуточного продукта в синтезе метионина

Латышова Снежана Евгеньевна, кандидат химических наук, доцент;

Рудакова Татьяна Петровна, магистрант

Волгоградский государственный технический университет

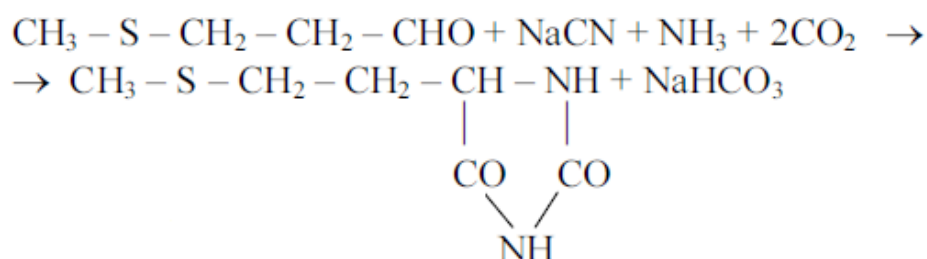
Цианистый натрий используется как промежуточный продукт для получения гидантоина, из которого далее синтезируют метионат натрия и метионин. Метионин используется в качестве кормовых добавок и в фармакологии.

Метионин — это незаменимая аминокислота, необходимая для поддержания роста и азотистого равновесия организма, который содержит метильную группу, участвующую в процессе переметилирования и необходимую для синтеза холина. За счет этого метионин нормализует синтез фосфолипидов из жиров и уменьшает отложение в печени нейтрального жира. Также он участвует в обмене серосодержащих аминокислот, в синтезе эpineфрина, креатинина и других биологически активных веществ, активизирует действие гормонов, витаминов (В12, аскорбиновой, фолиевой кислот), ферментов, белков, реакциях переметилирования, дезаминирования, декарбоксилирования. Метионин необходим для дезинтоксикации ксенобиотиков. При атеросклерозе он снижает концентрацию холестерина и повышает концентрацию фосфолипидов крови [1].

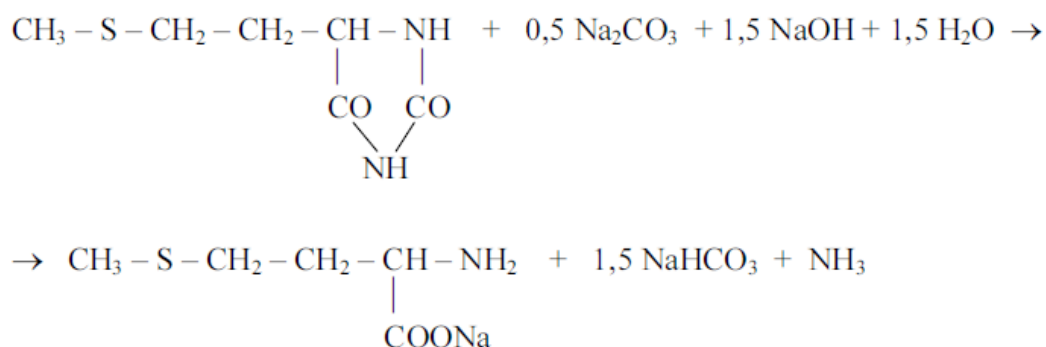
Метионат натрия получают проведением двух последовательных реакций:

- получение гидантоина по методу Бухерера;
- гидролиза гидантоина раствором едкого натрия.

Гидантоин по методу Бухерера получают путем воздействия цианистого натрия на метилтиопропионовый альдегид (в водном растворе аммиака и углекислого газа) [2]:



Реакция гидролиза протекает путем воздействия едкого натра на гидантоин:



Одним из исходных веществ при синтезе метионина является цианистый натрий. Процесс получения цианистого натрия — непрерывный. Реакция поддерживается самостоятельно при температуре от 980 °С до 1150 °С.

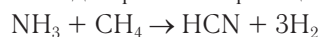
Соотношение газов:

— CH_4/NH_3 в пределах от 1,04 до 1,30;

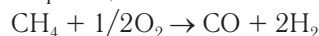
— O_2/CH_4 в пределах от 1,05 до 1,16.

Наряду с основной реакцией идут следующие побочные реакции:

— эндотермическая реакция образования цианистоводородной кислоты (HCN):



— реакция неполного окисления метана:

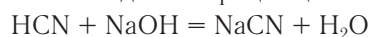


— экзотермическая реакция сжигания водорода, обеспечивающая теплоту необходимую для поддержания основной реакции:



Газы реакции охлаждаются до температуры не более 245 °С, что позволяет рекуперировать теплоту для производства пара и избежать разложения синильной кислоты.

Абсорбция цианистого водорода идет раствором едкого натра. Исходный раствор разбавляется водой и далее используется на стадии абсорбции цианистого водорода. Реакция является экзотермической и протекает по следующей схеме:



Однако основные проблемы изучаемого производства связаны со стадией получения цианистоводородной кислоты.

К настоящему времени разработано несколько методов получения цианистого водорода. Так, например, известен способ получения цианистого водорода [5], где в качестве сырья используют черный цианоплав. HCN получают путем сплавления черного цианоплава с поваренной солью, который далее выщелачивают водой. Полученный щелок фильтруют и освобождают от сернистых примесей. Освобожденный щелок обрабатывают серной кислотой. Выделяется цианистый водород в смеси с водяным паром.

Цианистоводородную кислоту получают и каталитическим разложением формамида. Пары формамида подают в печь, где происходит каталитическое разложение. Выходящую из печи газовую смесь охлаждают, отделяют водный раствор формальдегида, содержащий аммиак и цианистый водород. Раствор подвергают фракционному испарению для отделения легкокипящих примесей.

Значительное внимание при разработке способов синтеза цианистого водорода получили методы, основанные на применении газообразного сырья.

Цианистый водород можно получать, используя, в качестве сырья окись углерода и аммиак. В качестве катализаторов используют оксиды алюминия, хрома, кальция, тория, титана, магния.

Цианистый водород образуется как побочный продукт при синтезе акрилонитрила. Газообразную смесь пропана и аммиака смешивают с воздухом и паром, пропускают над фиксированным слоем катализатора в трубчатом реакторе. Выходящий из трубчатого реактора газ охлаждают, отделяют NH_3 в виде соли, оставшуюся газовую фазу промывают водой, получая разбавленный раствор акрилонитрила. Из неочищенного акрилонитрила в последовательных дистилляционных колоннах выделяют цианистый водород, ацетонитрил, воду и ацетон.

Одним из основных способов получения синильной кислоты, исходного вещества в синтезе гидантоина по методу Бухера, в настоящее время является окислительный аммонолиз метана с последующей адсорбцией получаемого цианистого водорода раствором едкого натра [3].

Процесс производства цианистоводородной кислоты основывается на реакции Андрусова [4]:



Реакция сильно экзотермическая, проводится в газовой фазе на катализаторе, которым являются платино-родиевые сетки. Сетки состоят из платины (92%), родия (2%) и других металлов: палладия, золота, серебра и сплавов на их основе, в т. ч. катализаторные с активированной поверхностью, улавливающие. Сетки тканые с количеством ячеек до 10000 на 1 см^2 , различного плетения (полотняное, саржевое), а также вязанные.

Технологическая схема производства цианистого водорода по рассматриваемому способу состоит из узла катализа и предварительного охлаждения, и узла доохлаждения. Узел катализа состоит из генератора, охладителя газов. Генератор — полая колонная с пакетами катализаторных сеток в верхней части. Снабжен системой электрического розжига, позволяющей создать на платиновой сетке точку накаливания, необходимую для начала реакции. В вертикальной части вводится теплообменник, расположенный после зоны реакции, представляющий собой трубчатый теплообменник, в межтрубное пространство подается хладагент — вода. Он предназначен для закалки цианированных газов (предотвращения разложения цианистого водорода при высокой температуре) путем резкого охлаждения [4].

Катализатором синтеза служат платино-родиевые сетки, расположенные в средней части генератора. Платино-родиевые сетки устанавливаются на жаропрочную блочную керамику, выложенную на нихромовой сетке, которая опира-

ется на решетку из жаропрочной стали. Под решетку по двум змеевикам подается для охлаждения вода с помощью насоса.

Узел доохлаждения предназначен для охлаждения газов и представляет собой трубчатый теплообменник, в межтрубное пространство подается хладагент — вода. Он предназначен для дальнейшего охлаждения цианированных газов с одновременной утилизацией теплоты реакции. При пуске охладитель предварительно подогревается во избежание излишних температурных деформаций. Для этого схемой предусмотрена возможность подачи пара в межтрубное пространство.

Далее идет абсорбция цианистого водорода раствором едкого натра, с дальнейшим охлаждением готового продукта. Абсорбция протекает в абсорберах, представляющих собой вертикальные аппараты с трубным пучком внутри, в межтрубное пространство которого подается вода. Газы, выходящие из генератора, направляются в верхнюю часть абсорбера. Раствор едкого натра смешивается с охлажденным раствором цианистого натрия, который подается из сборника. В верхней части на каждой трубке абсорбера установлены тефлоновые эжекторы с помощью которых происходит эффективное смешение растворов едкого натра и цианистого натрия с цианированными газами. Далее реакционная смесь тонким слоем стекает по внутренней поверхности трубок абсорберов. Раствор цианистого натрия, выходящий из абсорберов, во избежание разложения цианистого натрия подвергаются резкому охлаждению. Полученный охлажденный раствор цианистого натрия самотеком поступает в сборник.

Основным недостатком реализуемого способа, выявленным на стадии получения цианистого водорода, является несовершенство теплообменного оборудования, предназначенного для захлаживания продукта. К второстепенным недостаткам можно отнести наличие побочных реакций, работу оборудования в жестких условиях, затраты на катализатор.

В качестве способа, благодаря которому, можно достигнуть цели проектирования выбирается вариант получения синильной кислоты, где в качестве главного аппарата предлагается использовать цельный трубчатый реактор с измененной формой трубной решетки [6]. Из-за особенности теплообмена образуются пузыри пара, которые уменьшают теплоотдачу относительно воды. Введенное новшество позволяет отбивать пар от кипящей воды быстрее за счет изменения формы трубной решетки, что приводит к тому, что большая часть труб контактирует с водой, увеличивая тем самым степень закалки цианистого водорода после зоны реакции.

Это позволит устранить основной недостаток изучаемого производства: уменьшить степень разложения цианистого водорода при закалке и снизить затраты на ремонт оборудования.

Литература:

1. Солдатенков, А. Т. Основы органической химии лекарственных веществ / А. Т. Солдатенков, Н. М. Колядина, И. В. Шендрик — М.: Химия, 2001. — 192 с.
2. Патент RU 2208943 МПК C07C319/20, Способ получения метионина / Ими Катсухару, СиозакиТетсуя. Заявитель и патентообладатель СУМИТОМО КЕМИКАЛ КОМПАНИ, ЛИМИТЕД (JP). заявл. 30.10.1997; опубл.: 27.07.2003.
3. Пат. 1102183 Российская Федерация, МПК C01B 21/26. Способ каталитического окисления аммиака / В. И. Чернышев, В. В. Барелко; патентообладатель ОАО «ГИАП». — № 3473991/26; заявл. 22.07.1982; опубл. 30.12.1994.
4. Бобков, С. С. Синильная кислота / С. С. Бобков, С. К. Смирнов. — М.: Химия, 1970. — 176 с.
5. 10. Пат. 166727 СССР, МПК C01C3/02. Способ получения цианистого водорода / Гольдберг М. Б., Скирсти-монский А. О. № 166730; заявл. 03.04.1985; опубл. 30.09.1985/
6. Pat. 2782107 US, C01C3/02. Reactor for making hydrogen cyanide / Byron N.; inventor Tonawanda Township, Pa. — № 331207; filed 14.01.1993; pat 19.02.1997.

ИНФОРМАТИКА

Intelligent embedded systems

Abduvahobova Dilnoza Nurmaxamatovna, senior teacher
Tashkent University of information technologies (Uzbekistan)

Embedded Systems are a crucial technology for competitiveness. The vision of pervasive computing is that objects, buildings and environments may be endowed with software intelligence to improve human interactions both with the individual objects and with the system as a whole. Many intelligent embedded systems move rapidly within a physical environment. While the best complete algorithms are doubly exponential, probabilistic algorithms have emerged that have very good practical performance, and probabilistic guarantees of convergence.

Keywords: *intelligence, embedded system, smart sensors, mechatronical applications, Intelligent Vehicle Systems*

Абдувахобова Дилноза Нурмахамамовна, старший преподаватель
Ташкентский университет информационных технологий (Узбекистан)

Embedded Systems «Intelligence» takes account of autonomous reasoning and acting in a co-operative manner. «Ambient Intelligence» refers to an exciting new paradigm in information technology, «in which people are empowered through a digital environment that is aware of their presence and context and is sensitive, adaptive and responsive to their needs, habits, gestures and emotions». This applies not only for people-centered tasks, which, of course, seems the most exciting, science-fiction-type, aspect, but also for purely technical solutions like smart sensors, actuators and control systems, especially in safety related applications. [1, p. 2]

Heterogeneity (of environment, applications, protocols, etc.), autonomy (self-awareness, self healing, self-organizing, etc.), nomadic mobility (ad hoc, unreliable, heterogeneous, etc.) and scale-less (number of users, geography, structure, etc.) are the new emerging embedded systems challenges.

Used in everything from consumer electronics to industrial equipment, embedded systems — small, specialized computer systems stored on a single microprocessor — are playing a major role in the growth of the Internet and the boom of wireless communication channels. Due in part to embedded systems, more and more consumer products and industrial equipment are becoming Internet-friendly. For example, DVD players are now dialing in to Internet databases for movie trivia, and GPS (Global Positioning System) mechanisms are often integrated into automobiles. It is all proof that the Internet and wireless technologies are not just for personal computers anymore. Most embedded systems are small enough to sit on the end of your thumb and are

usually hidden within much larger and more complex mobile computing or electronic devices, so they often go unnoticed. But embedded systems actually represent the vast majority of semiconductor sales. According to the World Semiconductor Trade Statistics blue book, there are an estimated 5 billion embedded microprocessors in use today — a whopping 94 percent share of the world market. [2, p. 23] Embedded systems can be regarded today as some of the most lively research and industrial targets. In this field, the ever-increasing demand for computing power and any sort of system resources continuously challenges state-of-the-art design methodologies and development techniques. Most of the complexity of these tasks comes from the need to satisfy tight constraints on performance, memory size, code size, power consumption, appliance weight and dimension, possible real-time behaviours, maintainability, scalability, security, time-to-market and, last but not indubitably least, cost. In this scenario, solutions can be proposed at different levels of abstraction, making use of an assortment of tools and methodologies: both the hardware and software components must be taken into account. Moreover, the networked nature of many embedded systems raises new issues about their proper development. Tackling new problems emerging in this complex scenario, calls for a joint effort by academia and industry. [3, p. 6] This part provides an overview of four different, but nevertheless typical applications of embedded systems, i. e., some work on Autonomous Systems The rapid development of micro-processor technology and the continuous growth of integration density of electronically and mechatronical components yields a significant cost reduction of

high tech products. Driven by this development it becomes feasible to embed information processing and communicating devices in all sorts of appliances, toys, production facilities, communication systems, traffic and transport systems etc. In future, IT-systems will be embedded more and more into complex mechatronical applications in the sectors of manufacturing and human daily environment, where they tend to disappear behind the system's functionality. Autonomy, adaptability and network integration are characteristic features of these systems. Conventional control systems and architectures are no longer adequate to realize the potential of these technologies completely, nor are they sufficient to master the complexity of such systems. The solution is to design selected components as «autonomous systems», which can act mainly on themselves without external control most of the time. In this context, autonomous mobile and bio mimetic robots form the forefront of development. In the Master's program in Autonomous Systems, students will train practical skills and intellectual abilities necessary for the design and development of autonomous, technical systems. Covered topics include, but are not restricted to, the design of embedded systems, controller programming, mechatronics and sensorics, real-time systems, distributed systems, object-oriented design, navigation and control of mobile robots, computer vision, and mathematics of dynamic systems. [4, p. 56] On Intelligent travel safety through cooperative networks Intelligent Vehicle Systems — accident prevention through improved driver-warning strategies, hazard detection, actuation and sensing including sensor fusion and sensor networks, as well as the integration of independent safety systems and their interaction with the driver. New generation advanced driver assistance systems (ADAS) will increase vehicles' intelligence and contribute to safer and more efficient driving. On Ambient assisted living support for the «aging society» Am I; on a user-centered design approach to smart environments; on platforms for ambient services — spanning the gap between the issue of sensor networks and adaptive applications — (Ambiance, Construct); and, as a special case, intelligent materials for smart applications. Ambient Embedded systems in the field of health science will help to detect sudden change in patterns of symptoms and help in analysing which antibiotic/medicine will suit the best. These systems will be of best use to people who are on dialysis, artificial respiratory systems and suffering from Cancer; ambient embedded systems might just be the answer to AIDS-like search and destroy ADIS affected tissue/cell. A personal robot platform with emotional feedback. There are many variations in definitions of what exactly is a robot. Therefore, it is sometimes difficult to compare numbers of robots in different countries. To try to provide a universally acceptable definition, the International Organization for Standardization gives a definition of robot in ISO 8373, which defines a robot as «an automatically controlled, reprogrammable, multipurpose, manipulator programmable in three or more axes, which may be either fixed in place or mobile for use in industrial automation applications».

The personal robots will be able to express feelings, emotions liking disliking on various issues when asked for. The biggest threat that stands in the way and the reason why their development is proceeding at a slow pace is; since all the future embedded systems will be connected to the web server directly, they will be vulnerable to viruses/ re-programming. The PR platform is going to cater to most of the time saving tasks of daily activity whether in home or in office leading to more output. The steps in the development of PR are already in its beta stages. For instance Actroid-DER, a robot for events, which KOKORO, Inc. developed. It is possible to have a good command of four languages, Japanese, Chinese, Korean, and English. The Actroid-DER in this picture is stationed at the robot station of Expo 2005 Aichi Japan. She is not human, without doubt. A Japanese Actroid is a robot, which is intended to look as much like a human as possible. On new gen-embedded computer systems. This wide spectrum of projects is typical for the broad range of foci addressed by the engineering of Am I applications for the future intelligent environment of people. Getting smarter Thanks to the Internet and the market explosion of new technologies, embedded systems are becoming smarter and more network-friendly every day. So, whereas today's embedded systems may perform such mundane tasks as synchronizing the clock in a microwave oven, tomorrow's systems might download recipes via the Internet or alert repair companies of product malfunction. Clearly, the growing use of embedded systems on the Internet also represents a lucrative proving ground for vendors looking to extend their reach of desktop operating systems and development tools. Because there is not yet an established market leader in embedded operating systems, companies such as Microsoft (with Windows CE), Sun Microsystems (with Java 2 Micro Edition), and Red Hat Software (with Linux for Embedded Developers) all face an excellent opportunity to branch their operating systems into this promising market. Most experts predict that the current explosion of activity in the embedded technology sector is only going to get bigger. A recent report by market research firm IDC predicts that by 2002, Internet appliances — primarily consisting of embedded systems — could rival the unit volume numbers posted by all PC vendors combined. Dataquest echoes this sentiment, predicting that by 2003, 400 million Internet appliances will be in use and that by 2010, all home PCs will be replaced by embedded system-based devices. In this scenario, most home offices would probably use one or more separate Internet appliances, which will either be industry-specialized or will converge many technologies (phone, fax, Internet, and TV) into one device. Embedded systems have a number of industry trends to thank for their growing popularity, at least in part. First of all, their phenomenal growth is closely linked to the increasing availability of more powerful and less expensive processors, as well as to the decreasing price points of low-cost, high-density memory. Industry analysts are also pointing to several other factors that are driving embedded system usage, all closely associated with business and con-

sumer expectations. The factor is the ongoing emergence of standards-based operating systems for embedded devices. Current usage trends show the market to be fragmented with developers employing a combination of commercial, free, and proprietary operating systems for development. With this in mind, many major operating system vendors are repurposing their wares for the embedded marketplace. A case in point is Microsoft: At the recent Embedded Systems Conference 2000 in San Jose, Calif., the company made several announcements of its intentions to promote the use of the Windows CE operating system in Web-enabled cell phones and PDAs. These plans included offering enhancements to Windows CE 3.0 to make it easier to network and communicate among embedded system-based devices. Not to be outdone is Sun Microsystems, which, in conjunction with a variety of industry partners, has developed the Java

2 Micro Edition (J2ME) standard, a development language that combines a small-footprint JVM (Java virtual machine) with a set of APIs for use in a range of embedded applications. Of course, Linux vendors are also thinking small. For example, Red Hat Software's Red Hat for Embedded Developers provides a toolkit for developers looking to create open-source applications for embedded-system devices that contain as little as 32KB of memory. The embedded systems in the future will be autonomous capable to take minor decisions on their own self, in turn reducing the time consumption on the task input and leading to efficiency in the respective field. [5, p. 8] They will be able to perform multiple tasks at the same time will be even smaller smarter and lighter and cheaper. They will blend with the present scenario and the people; without causing any kind of discomfort to us rather will be more assistive in nature.

References:

1. Heath Steve (2003). Embedded systems design. EDN series for design engineers (2 ed.). Newness.
2. Michael Barr; Anthony J. Massa (2006). «Introduction». Programming embedded systems: with C and GNU development tools. O»Reilly.
3. Barr Michael (1 August 2009). Embedded Systems Design. TechInsights (United Business Media). Retrieved 2009–12–23.
4. C. Alippi: Intelligence for Embedded Systems. Springer, 2014.
5. S. Mittal. «A survey of techniques for improving energy efficiency in embedded computing systems», IJCAET, 2014.

Формализованная модель обнаружения сканирования портов

Ананьин Евгений Викторович, студент;
Кожевникова Ирина Сергеевна, магистрант;
Лысенко Александр Вячеславович, студент;
Никишова Арина Валерьевна, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный университет

Сформулирована формализованная модель обнаружения сканирования портов, описаны необходимы модули программного комплекса, разработана архитектура и пользовательский интерфейс программного комплекса обнаружения сканирования портов.

Ключевые слова: сканирование портов, NT-метод, информационная система

Интернет сегодня представляет собой сложную структуру, состоящую из различных сетей, пользователей и ресурсов. Большинство пользователей не обращают внимание на структуру Интернета и его компонентов, а только используют услуги, предоставляемые их операционной системой или приложениями. Тем не менее, существует небольшое число продвинутых пользователей, которые используют свои знания для изучения потенциальных уязвимостей системы. Хакеры могут поставить под угрозу уязвимые хосты и может либо использовать их как свои, либо использовать их в качестве инструментов для будущих атак. В связи с существованием большого количества различных протоколов и бесчисленным множеством

реализаций каждого из них для различных платформ, запуск эффективной атаки часто начинается с отдельного процесса выявления потенциальных жертв.

Одним из популярных методов поиска жертв является сканирование портов. Сканирование портов может быть определено как «враждебный интернет-поиск открытых «дверей» или портов, через которые злоумышленники получают доступ к компьютерам» [1]. Этот метод состоит в отправке сообщения на порт и прослушивания ответа. Полученный ответ указывает на состояние порта и может использоваться для определения операционной системы и другой информации, имеющей отношение к будущей атаке [2].

Для выявления факта сканирования портов в информационной системе была разработана формализованная модель для последующего создания программного комплекса, использующего анализ сетевого трафика для обнаружения сканирования.

Разрабатываемая математическая модель использует перехваченные пакеты сетевого трафика для анализа на наличие аномалий и выявления фактов сканирования портов злоумышленником.

Из перехваченных пакетов выделяются IP-адреса и флаги и происходит формирование таблиц соответствия IP-адресов и комбинаций их флагов.

$T = \langle IP, x \rangle$, где T — 2 одинаковых по содержанию таблицы T_1 и T_2 соответствия IP-адресов и флагов, установленных в пакетах, пришедших от них. IP — это поле с IP-адресом отправителя пакета, x — это комбинации флагов, которые были установлены в пакете. Две таблицы используются для того, чтобы можно было обрабатывать одну, пока заполняется вторая. Всего для обнаружения сканирования портов используется 6 различных комбинаций x , которые соответствуют каждому типу сканирования портов.

Обнаружение сканирований с заданными комбинациями x

Происходит поиск в таблице T комбинаций x и заполняется таблица

$$T = \langle IP, x \rangle \quad (3)$$

Поиск осуществляется следующим образом. Предполагается, что априори известно распределение нормального трафика защищаемой сети по хостам и портам, т. е. если в пакете встречается данная комбинация x , то известна частота ее появления равна $P(x)$. Определим индекс аномальности пакета (или события), содержащего пару x через отрицательный логарифм правдоподобия:

$$A(x) = -\log(P(x)), \quad (4)$$

Где P — это частота появления флага в пакете. Индекс аномальности множества $X = x_1, x_2, \dots$ определим как

$$A(X) = \sum_{x \in X} A(x). \quad (5)$$

Для анализа трафика используются пакеты, собранные за время t . Таким образом, чем больше необычных комбинаций использует сканер, тем быстрее они будут обнаружены [3].

В случае обнаружения аномалий в трафике, производится поиск по таблице T заданной комбинации x_1 .

$P(T, x_1) \rightarrow IP_1$, где $P(T, x_1)$ — функция поиска, T -таблица соответствия IP-адреса и его комбинаций флагов x_1 .

Если $\exists N_1 \in IP_1, x_1 \in T$, где N_1 — строка в таблице T , содержащая IP-адрес IP_1 и комбинацию флагов его пакетов x_1 , то IP-адрес злоумышленника обнаружен и на экран пользователя выводится сообщение содержащее IP_1 — IP-адрес злоумышленника [4].

Предложенная математическая модель будет использоваться в разрабатываемом программном комплексе обнаружения сканирования портов.

Программное средство перехватывает весь трафик, проходящий через сетевое устройство. Необходимо запоминать данные пакетов, чтобы построить эталонную модель поведения сети. После обучения программы, поступающие пакеты анализируются методом NT и заполняются таблицы, содержащие 2 поля-IP и комбинации флагов. Чтобы обнаружить удаленное сканирование портов и определить тип сканирования, полученные результаты сравниваются по определенному алгоритму. После этого, в случае обнаружения аномалий, запускается алгоритм поиска комбинаций в ранее заполненных таблицах.

Исходя из вышеизложенного, данная система должна иметь следующие модули:

- Модуль перехвата трафика;
- Модуль анализа NT-методом;
- Модуль расчета эталонной модели сети;
- Модуль заполнения журнала;
- Модуль обнаружения злоумышленника;
- Таблица соответствия IP-адреса и флагов пакетов (T).

Для мониторинга данного программного комплекса, а так же для получения статистических данных и удобной работы должен быть разработан пользовательский интерфейс.

Модуль перехвата трафика подключается к сетевому интерфейсу и ведет перехват все входящие и исходящие пакеты.

Модуль анализа NT-методом производит анализ перехваченных пакетов используя математическую модель, описанную выше.

Модуль расчета эталонной модели сети высчитывает индекс аномальности по формуле (5) и сохраняет его для дальнейшего сравнения с текущим индексом аномальности.

Модуль заполнения журнала заполняет (таблицы соответствия T) на основе перехваченных пакетов.

Модуль обнаружения злоумышленника обнаруживает аномалии в трафике, получая текущий индекс аномальности и сравнивая его с эталонным индексом, составленным модулем расчета эталонной модели сети. После этого он осуществляет поиск комбинаций флагов x в таблицах T . Обнаружив их, модуль показывает IP-адрес злоумышленника, который осуществлял сканирование портов.

Таким образом, архитектуру программного комплекса обнаружения сканирования портов можно представить следующим образом (рисунок 1).

Разрабатываемый интерфейс (рисунок 2) должен реализовывать следующие функции:

- Запуск мониторинга сети;
- Остановку мониторинга сети;
- Вывод на экран статистики выставленных флагов в пакетах;

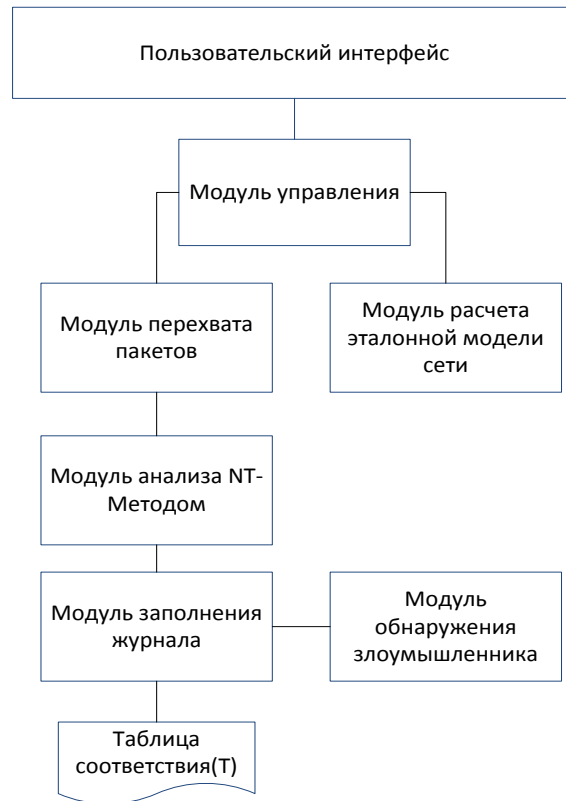


Рис. 1. Архитектура программного комплекса обнаружения сканирования портов

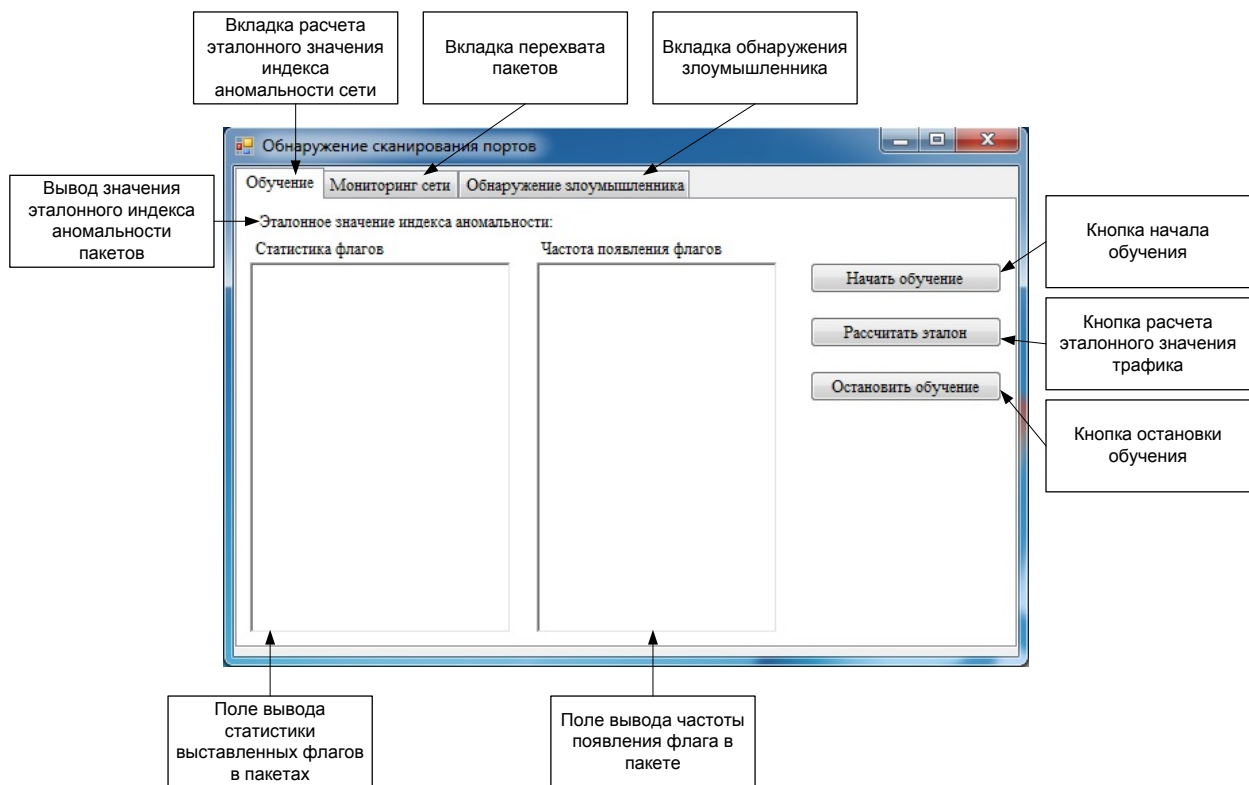


Рис. 2. Пользовательский интерфейс комплекса

- Вывод на экран частоты появления флага в пакете;
- Расчет эталонного индекса аномальности для сети (обучение);
- Вывод IP-адреса злоумышленника;
- Вывод флагов, установленных в пакетах злоумышленника;
- Вывод количества пакетов, отправленных злоумышленником;

— Вывод времени обнаружения сканирования портов. Таким образом, разработанная формализованная модель в дальнейшем будет использоваться для создания алгоритма обнаружения сканирования портов, который необходим для разработки ядра программного комплекса защиты от сканирования портов. Будут проведены экспериментальные исследования и, в случае выявления недостатков данной модели, внесены необходимые исправления.

Литература:

1. Agenda and Work Plan // Computer Security Incident Response Team (CSIRT), Florida State University URL: http://www.security.fsu.edu/csirt_mtg (дата обращения: 01.11.2016).
2. Search Security URL: <http://searchsecurity.techtarget.com> (дата обращения: 01.11.2016).
3. С. В. Бредихин, В. И. Костин, Н. Г. Щербакова Обнаружение сканеров в ip-сетях методом последовательного статистического анализа: статья, 2009, Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН.
4. Никишова, А. В., Чурилина А. Е. Программный комплекс обнаружения атак на основе анализа данных реестра // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10. Инновационная деятельность. Выпуск 6. 2012 г. В.: Изд-во ВолГУ, 2012—153 с.

Сравнительный анализ численного решения задач оптимального управления

Григорьев Игорь Владимирович, аспирант;

Шангареева Гульназ Рауфовна, аспирант;

Мустафина Светлана Анатольевна, доктор физико-математических наук, профессор, декан

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета

Данная работа посвящена анализу численных методов решения задач оптимального управления: метода последовательных приближений и метода вариации. Работа данных алгоритмов была апробирована на конкретном тестовом примере с известным аналитическим решением.

Ключевые слова: метод последовательных приближений, метод вариаций, оптимальное управление, фазовые ограничения

Проблеме численного решения задач оптимизации химико-технологических процессов уделяют особое внимание [1]. Во многих практических задачах правые части уравнений математической модели процессов имеют сложный вид, поэтому уравнения принципа максимума Понтрягина не всегда удается решить аналитически. Задача разработки или выбора наиболее эффективных численных алгоритмов в данном случае играет очень важную роль [2].

Пусть состояние физического процесса или объекта характеризуется переменными состояниями (фазовыми координатами) $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$. Физический процесс или динамика объекта описывается системой дифференциальных уравнений (уравнениями состояния):

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i(t, x_1, x_2, \dots, x_n, u), \quad i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

где $u = u(t)$ — функция, характеризующая управляющее воздействие, t — время.

Задача оптимального управления заключается в определении функции управления $u = u(t)$ в интервале $t_0 \leq t \leq T$, которая обеспечивает экстремум (максимум и минимум) критерия качества, заданного в виде функционала:

$$I = \int_{t_0}^T f^0(t, x(t), u(t)) dt + F(T, x(T)), \quad (2)$$

и удовлетворяет ограничению:

$$\varphi(u) \leq 0, \tag{3}$$

где $f^0(x, t, u)$, $F(T, x)$ — заданные непрерывно дифференцируемые функции [4].

Рассмотрим различные алгоритмы для решения задач оптимального управления.

Алгоритм метода последовательных приближений.

Задача оптимального управления (1) — (3) с помощью принципа максимума может быть сведена к решению краевой задачи системы дифференциальных уравнений 2n-го порядка.

Введем n – мерный вектор $\psi = (\psi_1, \dots, \psi_n)$ сопряженных переменных (импульсов) и функцию Гамильтона H :

$$H(t, x, \psi, u) = \psi^T f(t, x, u). \tag{4}$$

Запишем сопряженную систему:

$$\frac{d\psi_i}{dt} = - \sum_{j=1}^n \frac{\partial f_j(t, x(t), u(t))}{\partial x_i} \psi_j, \quad i = 1, \dots, n \tag{5}$$

с граничными условиями:

$$\psi(T) = - \frac{\partial F(x(T))}{\partial x}. \tag{6}$$

Согласно принципу максимума искомое оптимальное управление доставляет функции $H(t, x, \psi, u)$ максимум по $u \in U$ при любом $t \in [t_0, T]$, если $x(t)$ и $\psi(t)$ удовлетворяют системе (1) и граничным условиям (6).

Одним из наиболее распространенных методов решения указанной краевой задачи является метод последовательных приближений в пространстве управлений.

Задаем в качестве первого приближения некоторое допустимое управление $u^0(t)$, ($t_0 \leq t \leq T$) (выбор его может быть основан на каких-либо физических соображениях) и полагаем счётчик числа итераций равным 0.

Метод итерационный и k итерация заключается в следующем:

1. Интегрируем управляемую систему с управлением $u = u^k(t)$ до момента $t = T$. При этом определяется траектория $x^k(t)$ и граничные условия для сопряженной системы.

2. Интегрируем сопряженную систему от момента $t = T$ до $t = t_0$ при $u = u^k(t)$, $x = x^k(t)$ — определяем сопряженные переменные $\psi^k(t)$ на интервале $[t_0, T]$.

3. Определяем новое приближение $u^{k+1}(t)$ на интервале $[t_0, T]$ из максимума функции $H(t, x, \psi, u)$:

$$H(t, x^k(t), \psi^k(t), u^{k+1}(t)) = \max_{u \in U} H(t, x^k(t), \psi^k(t), u(t)). \tag{7}$$

4. Если условие (7) определяет $u^{k+1}(t)$ неединственным образом, то выбираем любое из возможных значений. После этого переходим к следующей итерации и т. д.

Если процесс последовательных приближений сходится, то продолжаем его до тех пор, пока последующие приближения не будут отличаться друг от друга в пределах заданной точности [5]. Полученное после сходимости решение будет удовлетворять принципу максимума. Следует также отметить, что сходимость итерационного процесса существенно зависит от выбора первого приближения.

Алгоритм метода вариаций.

Положим, что известно некоторое управление $u(t) \in U$, которое будем называть невозмущенным управлением.

В методе вариаций на каждой итерации вариация δu управления $u(t)$ определяется путем минимизации линейной части приращения функционала $I(u)$, вызванного этой вариацией:

$$\min_{\delta u \in \delta U} \delta I(\delta u) = \min_{\delta u \in \delta U} \int_0^T W_0^T(t) \delta u(t) dt.$$

Здесь δU — некоторая малая окрестность невозмущенного управления $u(t)$.

Общая схема метода вариаций в пространстве управлений:

1. Полагаем счётчик числа итераций k равным нулю и задаем начальное приближение к оптимальному управлению $u^k(t) \in U$.

2. Решаем задачу Коши для системы дифференциальных уравнений (1) с управлением, полученным на предыдущем шаге — получаем фазовую траекторию $x^k(t)$.

3. Вычисляем $I^k(u)$ — значение функционала качества (3) на невозмущенной траектории $u^k(t)$. Запоминаем значение критерия и управление в достаточном числе точек.

4. В окрестности невозмущенной траектории $u^k(t)$ выполняем линеаризацию задачи — вычисляем функциональную производную $W_0^k(t) = \frac{\partial I^k(u)}{\partial u}$ и определяем окрестность δU^k невозмущенной траектории.

5. Из условия

$$\min_{\delta u \in \delta U^k} \delta I^k(\delta u) = \min_{\delta u \in \delta U^k} \int_0^T (W_0^T(t))^T \delta u(t) dt,$$

находим приращение δu^k управления $u^k(t)$

6. Полагаем $u^{k+1}(t) = u^k(t) + \delta u^k$.

7. Повторяем цикл с п.2 до тех пор, пока не выполнится условие $\delta u^k < \varepsilon$ [6].

Вычислительный эксперимент.

На основе созданных алгоритмов реализован программный комплекс на языке Object Pascal в среде Delphi [7-8], который включает возможности остановки процесса. При этом погрешности будут рассчитываться по евклидовой норме [9]:

$$\varepsilon_{x_1} = \sqrt{\sum_i (x_{1i} - x_{1i}^*)^2}; \quad \varepsilon_{x_2} = \sqrt{\sum_i (x_{2i} - x_{2i}^*)^2}; \quad \varepsilon_u = \sqrt{\sum_i (u_i - u^*(t_i))^2}.$$

Тестовый пример. Пусть управляемый процесс описывается системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = x_2(t), \\ \dot{x}_2(t) = -x_1(t) + u(t) \end{cases} \quad (8)$$

с начальными условиями:

$$x_1(0) = 0, x_2(0) = 0 \quad (9)$$

и следующими ограничениями на переменную времени:

$$0 \leq t \leq 2\pi \quad (10)$$

и на управление:

$$|u| \leq 1. \quad (11)$$

Критерий оптимизации имеет вид

$$I = x_2(2\pi) \rightarrow \min. \quad (12)$$

Требуется найти оптимальное программное управление $u^*(t)$ и соответствующую ему траекторию $x^*(t)$, которые удовлетворяют уравнениям (8)-(9), ограничениям (10)-(11) и условию (12).

При отсутствии фазового ограничения оптимальное управление в задаче можно найти, используя принцип максимума для задачи со свободным правым концом.

Результат аналитического решения задачи представлен в работе [1].

В таблице 1 и представлен сравнительный анализ результатов численного решения задачи (8)-(12) методом вариации и методом последовательных приближений.

Полученные результаты показывают удовлетворительное согласование с аналитическим решением.

Таблица 1. Сравнительный анализ результатов решения задачи при точности вычислений 10–3

	Начальное приближение u_0	Скорость вычислений, с	Погрешность			Значение функционала I_{\min}
			ε_u	ε_{x_1}	ε_{x_2}	
Метод вариаций	0,9	3,84	2,962	0,016	0,017	-3,996
Метод последовательных приближений	0,9	0,54	0,998	1,419	1,419	-3,783

Литература:

1. Григорьев, И. В., Мифтахов Э. Н., Мустафина С. А. Математическое моделирование процесса полимеризации стирола с малеиновым ангидридом // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18, № 15. с. 211–217.
2. Григорьев, И. В., Мифтахов Э. Н., Мустафина С. А. Математическое моделирование процесса полимеризации стирола с малеиновым ангидридом в гомогенной среде // В сборнике: Математическое и компьютерное моделирование естественно-научных и социальных проблем материалы X Международной научно-технической конференции молодых специалистов, аспирантов и студентов. Под редакцией И. В. Бойкова. 2016. с. 248–252.
3. Григорьев, И. В., Михайлова Т. А., Мустафина С. А. О численном алгоритме метода вариаций в пространстве управлений // Фундаментальные исследования. 2015. № 5–2. с. 279–283.
4. Григорьев, И. В., Мустафина С. А. Алгоритм глобальной оптимизации функций с использованием параллельных технологий. // Научный вестник. 2014. № 2 (2). с. 145–153.
5. Григорьев, И. В., Мустафина С. А. Нахождение оптимального программного управления методом вариации // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2015. Т. 2. № 1. с. 254–257.
6. Григорьев, И. В., Мустафина С. А. Нахождение оптимального программного управления методом итераций // Путь науки. 2015. № 5 (15). с. 10–13.
7. Шангареева, Г. Р., Григорьев И. В., Мустафина С. А. Программное средство «SAOptimal» для решения задач оптимального управления // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2015. № 8–9 (75-76). с. 52.
8. Григорьев, И. В., Шангареева Г. Р., Мустафина С. А. Программный продукт «VarOptimalControl» решения задач оптимального управления // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2015. № 8–9 (75-76). с. 46.
9. Григорьев, И. В., Мустафина С. А. Реализация численного алгоритма решения задач оптимального управления с фазовыми ограничениями // Аспирант. 2015. № 5–1 (10). с. 49–51.

Разработка электронного учебника по дисциплине «информатика» для студентов аграрного вуза

Ерёмина Диана Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)

В настоящее время информатика является неотъемлемой составляющей системы подготовки специалистов в вузах. Это обусловлено многими причинами, в числе которых глобальная информатизация общества, невозможность осуществления профессиональной деятельности без эффективного использования преимуществ информационных и телекоммуникационных технологий, необходимость критического осмысления все возрастающих объемов информации, с которыми приходится иметь дело современному специалисту. Неслучайно информа-

тика и подходы к обучению студентов особенностям работы с информационными технологиями оказываются в центре внимания многих педагогических исследований [6, с. 3].

В условиях становления информационного общества количество информации, которое необходимо усвоить человеку для осуществления своей профессиональной деятельности, постоянно растет. В результате большое значение приобретает способность к самообразованию и творческой деятельности. Кроме того, обучение информа-

тике в вузе должно отражать специфику будущей профессиональной деятельности студентов [3, с. 3].

Ведение сельского хозяйства в информационном обществе предполагает непрерывное получение информации от внешних источников (в том числе через сеть Интернет) в любой момент времени из любой точки местности. Это позволяет повысить эффективность применения химических средств защиты растений, а также уменьшает загрязнение окружающей среды. Компьютеры позволяют аграриям получать советы, рекомендации, независимо от времени и места их расположения.

Для обеспечения стабильной работы специалистов аграрного сектора с привлечением справочных данных, действующих правовых систем, поисковых систем сети Интернет, банка знаний, прикладных программ, обеспечивающих оценку текущей ситуации и прогноз ее развития, необходимо углублённо знакомить студентов с информатикой и информационными технологиями на стадии профессионального обучения в аграрном вузе.

Объект исследования — методические особенности организации учебного процесса с использованием электронных учебников. Цель — разработать электронный учебник «Информатика» в соответствии с современными педагогическими требованиями и учетом особенностей обучения в аграрном вузе.

Практическая значимость исследования состоит в разработке и практическом применении электронного учебника по информатике в ГАУ Северного Зауралья с учетом особенностей обучения в аграрном вузе; исследовании экономической эффективности внедрения учебника в образовательный процесс.

По мнению Хожиева А.Х., проведенные исследования и опыты, убеждают в том, что достижение максимального эффекта от внедрения новейших педагогических и информационных технологий в образовательный процесс возможно при использовании электронных учебников и учебных пособий [7].

Электронные учебники (ЭУ), с одной стороны, являются неотъемлемым компонентом любой образовательной системы, входят в качестве структурных элементов в мультимедийные обучающие комплексы, с другой — могут рассматриваться как самодостаточный конечный продукт, успешно конкурирующий с традиционным учебником, изданным полиграфическим способом или полностью его заменяющий.

В процессе изучения учебного материала по ЭУ студент, кроме знаний по изучаемому предмету, получает навыки работы в компьютеризированной среде. В дальнейшем, уже созданный и «обкатанный» учебник может быть успешно интегрирован в электронные обучающие комплексы и образовательные системы более высокого уровня, или размещен для открытого доступа на соответствующих сайтах [1].

Современные электронные учебники создаются посредством PDF (виртуальный принтер), DJVU (конвертер), DOC (текстовый редактор MS Word), RTF (OpenOffice),

HTML (текстовый редактор или HTML-редактор), FB2 (специальное приложение или конвертер), EXE (специальное приложение-компилятор), SHM (специальное приложение или конвертер), JAVA (конвертер).

Для создания электронного учебника, подготовки информации и сохранения ее в виде WWW-документа (сайта) был выбран специальный язык разметки гипертекста — HTML (Hypertext Markup Language) — версия 4.0. Основное назначение языка состоит в представлении текстовой, графической, видео- и аудиоинформации в виде, обеспечивающем минимальный объем передаваемой в сеть информации [2, с. 287].

Однако есть довольно много книг написанных на этом языке или его модификациях. HTML подходит для создания собственных электронных книг, а не для сканирования уже готовых (хотя можно размещать отдельно отсканированные листы как рисунки). Для создания книги в этом формате необходимо иметь хотя бы базовые знания языка гипертекстовой разметки. Однако сегодня, возможно, конвертировать в HTML все тот же DOC или RTF файл при помощи текстового редактора [5].

Функциональная модель электронного учебника разработана в программе Ramus-Educational, предназначенной для создания диаграмм в формате IDEF0 и DFD. Функциональная модель система предстает перед разработчиками и аналитиками в виде набора взаимосвязанных функций (функциональных блоков — в терминах IDEF0). Как правило, моделирование средствами IDEF0 является первым этапом изучения любой системы [4].

Представленная на рисунке 1 диаграмма потоков данных «Электронного учебника «Информатика» в нотации IDEF0 показывает, какие данные являются необходимыми для реализации поставленной задачи.

Информационная модель — модель объекта, представленная в виде информации, описывающей существенные для данного рассмотрения параметры и переменные величины объекта, связи между ними, входы и выходы объекта. Позволяет путём подачи на модель информации об изменениях входных величин моделировать возможные состояния объекта.

Программная реализация. Электронный учебник «Информатика» разбит на три главы:

1. Основные понятия теории информации и кодирования;
2. Аппаратные средства реализации информационных процессов;
3. Программные средства реализации информационных процессов.

Интерфейс электронного учебника «Информатика», реализованного в версии html 4 представлен на рисунке 3.

Первоначальное использование и отладка электронного учебника по информатике проводилась на занятиях со студентами различных специальностей институтов экономики и финансов, агротехнологического и механико-технологического, входящих в состав Государственного аграрного университета Северного Зауралья.

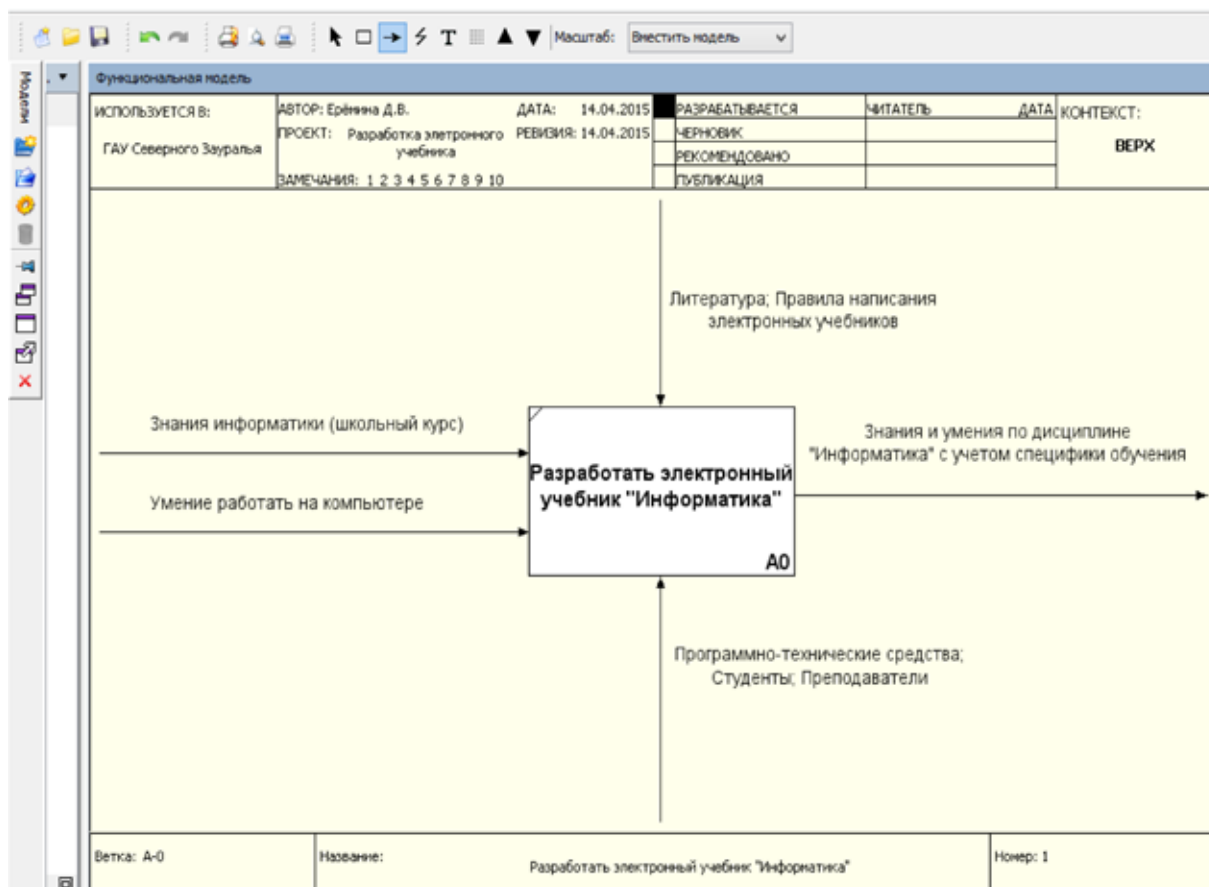


Рис. 1. Функциональная модель электронного учебника «Информатика»

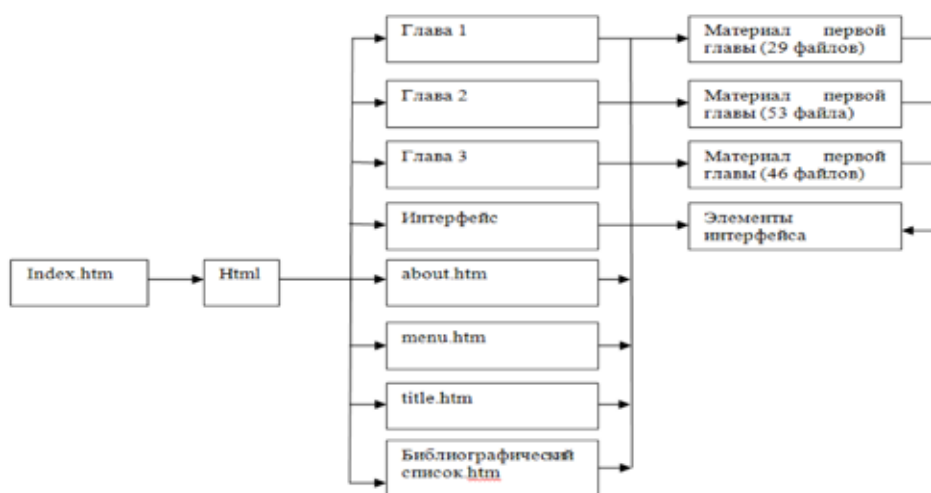


Рис. 2. Информационная модель электронного учебника «Информатика»

Электронный учебник для студентов экономического направления являлся основным, тогда как для студентов других специальностей использовался в качестве дополнительного источника информации. Помимо этого, студентам данный учебник был рекомендован как отдельный источник для самостоятельной работы. До настоящего времени студенты из анализируемых групп занимались по бумажным версиям учебников и учебных пособий, что дало возможность получить объективную оценку разра-

батываемого электронного учебника и проанализировать недостатки с точки зрения студентов.

Помимо студентов, в анализе эффективности электронного учебника учтено мнение преподавателей кафедры, а также членов методической комиссии института. В исследованиях приняли участие 95 студентов и 5 преподавателей, основными способами опроса были анкетирование и личные беседы со студентами методом прямого интервьюирования.

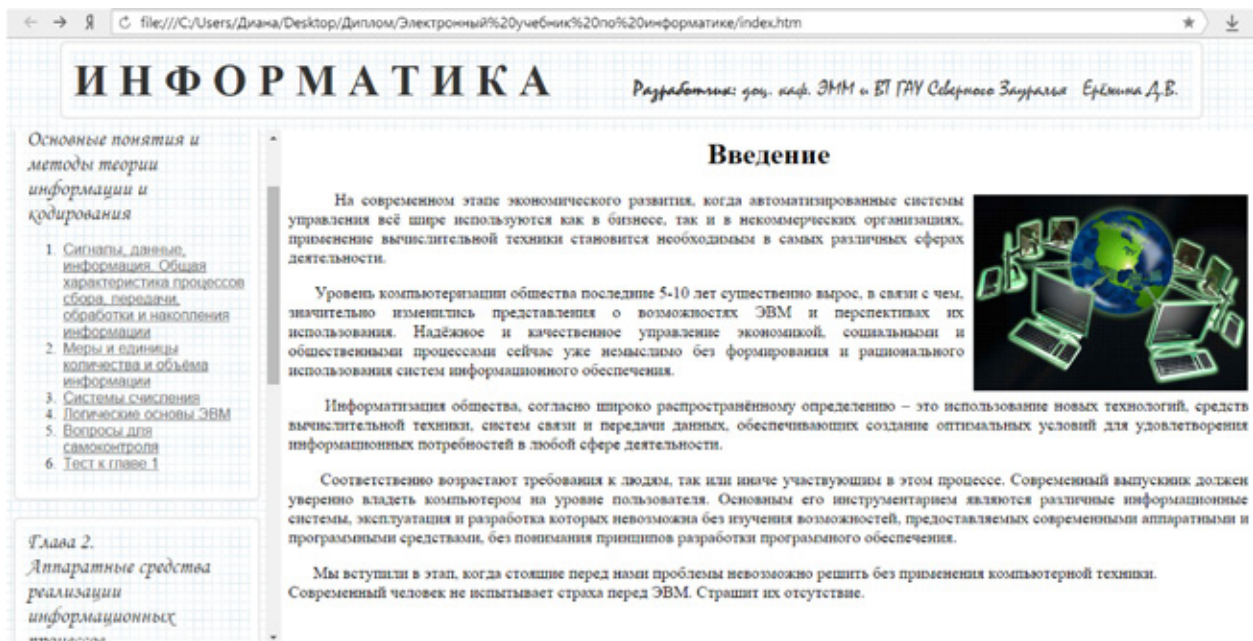


Рис. 3. Интерфейс электронного учебника «Информатика»

Из проведенного анализа следует, что среди основных факторов, определяющих привлекательность электронного обучения, помимо основного — возможности индивидуализации обучения. Отмечаются факторы, связанные с более полной реализацией образовательных потребностей (комфортность обучения, наглядность и привлекательность излагаемого материала, и т. д.). В целом, анкетирование выявило существенный интерес к инновационным методам обучения, основанным на использовании электронных обучающих средств, что приводит к выводу о целесообразности использования таких средств при обучении.

Результаты экспериментального обучения студентов с использованием электронного учебника «Информатика»

показали различия между традиционным обучением и использованием электронных учебников в ряде аспектов, отмеченных ранее.

Таким образом, использование электронного учебника «Информатика» отвечает требованиям времени и дает положительный эффект при обучении; легкость тиражирования, разнообразие способов доступа к электронному учебнику. Возможность индивидуализации обучения. Для обучения студентов по электронному учебнику не требуется специальная подготовка, знакомство с новой формой обучения проходит на интуитивном уровне, вследствие использования гипертекстовой формы организации материала.

Литература:

1. Пикина, Н.Е. Педагогические условия совершенствования самостоятельной работы студентов сельскохозяйственного вуза по информатике [Текст]: дис. канд. педагогических наук / Е. Н. Пикина; Чебоксары, 2011. — 213 с.
2. Романченко, Т.Н. Проектирование обучающего воздействия в электронных учебных пособиях по информатике [Текст]: / Т.Н. Романченко// Актуальные проблемы информатики и информационных технологий: материалы II Всероссийской научно-практической конференции — Тамбов: ТГУ им. Г.Р.Державина, 2003. — 167 с.
3. Чирков, С.В. Технология обучения информатике студентов экономического направления в вузе [Текст]: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. Красноярск, 2013. — 26 с.
4. Разработка электронного учебника по дисциплине «Объектно-ориентированное проектирование» [Электронный ресурс] URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=526077>.
5. Создание электронного учебника в HTML-редакторе [Электронный ресурс] URL: <http://refleader.ru/qasmerbwrna.html>.
6. Соломин, В.П. Электронные учебники и их место в современном высшем образовании [Электронный ресурс] / Соломин В.П., Елисеев Д.О. // ИКТ Потрал: Конференции. Всероссийская научно-практическая конференция «Образовательная среда сегодня и завтра». РГПУ им А.И. Герцена. — URL: http://www.ict.edu.ru/vconf/index.php?a=vconf&c=getForm&d=light&id_sec=152&id_thesis=6207&id_vconf=26&g=thesisDesc.
7. Хожиев, А.Х. Особенности, преимущества и эффективность электронных учебников по специальным дисциплинам, применяемым в профессиональных колледжах [Электронный ресурс] / А.Х. Хожиев — URL: <http://www.moluch.ru/archive/37/4255/> // Молодой ученый. — 2012. — № 2. — с. 311–313.

Статический анализатор кода на основе взаимодействия интервального анализа и анализа указателей

Скрыпников Иван Сергеевич, студент

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Организация совместной работы двух подходов к статическому анализу кода: анализ указателей и интервальный анализ. Многократное выполнение отдельных алгоритмов анализа, с уточнением результатов на каждой итерации.

Ключевые слова: статический анализ, интервальный анализ, анализ указателей, поиск дефектов программного кода

Одной из важных составляющих качества программного обеспечения является надежность программной системы. Большинство нефункциональных программных ошибок вносится на стадии кодирования. Обнаружение таких дефектов является трудоемкой задачей и может занимать значительную часть от всего времени разработки, поэтому автоматизация ее решения является актуальной. Среди существующих подходов наиболее перспективными с точки зрения автоматизации представляются методы статического анализа. Статический анализ — группа методов, которые используют исходный код для определения требуемых свойств программы; применяются для обнаружения программных дефектов с 70-х гг. прошлого века.

Рассматриваемые в литературе стратегии зачастую предлагают решение узкой задачи — поиска одного или нескольких типов дефектов для определенного класса программ. При исследовании потока управления не четко интерпретируются выражения в условных операторах, также игнорируются межпроцедурные взаимодействия. Предлагаемые в настоящее время подходы свидетельствуют о высокой сложности организации и ресурсоемкости выполнения полноценного статического анализа, обеспечивающего поддержку всего множества конструкций реального языка программирования для обнаружения широкого набора дефектов.

Процесс статического анализа

Статический анализ следует делить на четыре основных части: парсинг (распознавание) кода программы и построение модели, интервальный анализ, анализ указателей и поиск ошибок. Вначале исходный код приводится к виду доступному для дальнейшей обработки. Далее цикл работы интервального анализа и анализа указателей. В финале результаты исследуются на присутствие ошибок.

Модели исходного кода

Наиболее удобной моделью в рамках данной задачи можно назвать модель представления на основе статического однократного присваивания исходного кода [5] программы, в которой:

- каждой локальной переменной значению присваивается только один раз;
- вводится версионирование для локальных переменных, которые в исходном коде имеют неоднократные присваивания;
- для локальных переменных вводятся Φ -функции на выходе условных конструкций, объединяющие несколько ветвей программы и определяющие их окончательное значение;
- циклы заменяются инструкциями ветвления и безусловных переходов;
- сложные выражения заменяются цепочками выражений в трехоперандной форме.

Данное представление может быть записано ограниченным набором конструкций исходного языка (таких, как `if` и `goto` для языка C), или может быть изображено в форме графа потока управления.

Данное представление широко применяется при решении различных задач анализа кода: определение неиспользуемого кода, устранение избыточных конструкций, машинно-независимая оптимизация и т. д.

Одним из недостатков является отсутствие явной информации об областях видимости переменных, что затрудняет поиск используемых переменных в различных точках программы [5].

Базовые алгоритмы анализа

В качестве базовых алгоритмов анализа выбраны интервальный анализ и анализ указателей. В качестве математического аппарата предлагается использовать теорию решеток, поскольку известны эффективные алгоритмы поиска решения в рамках этой теории.

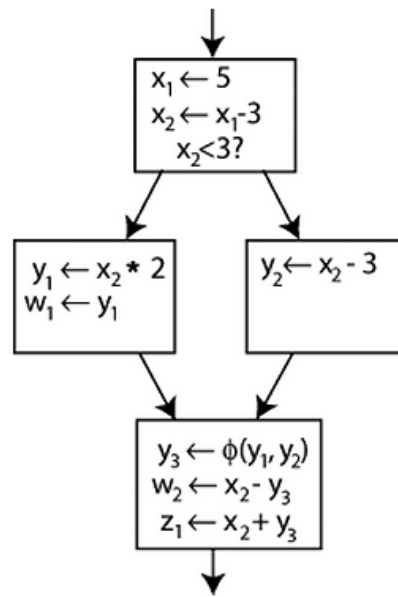


Рис. 1. Представление на основе статического однократного присваивания

Решеткой называется частично упорядоченное множество L , для каждого подмножества X которого определена единственная точная верхняя грань $\sup(X)$ и единственная точная нижняя грань $\inf(X)$ [2]. Пусть L — некоторая конечная решетка, а $f(x)$ — монотонная функция на L :

$$\forall x_1, x_2 \in L:$$

$$x_1 \subseteq x_2 \Rightarrow f(x_1) \subseteq f(x_2)$$

Наименьшей неподвижной точкой функции $f(x)$ называется минимальный элемент x_{LFP} решетки L , для которого справедливо

$$f(x_{LFP}) = x_{LFP}$$

Любая монотонная функция имеет единственную наименьшую неподвижную точку [2].

Интервальный анализ

При проведении интервального анализа формируется система уравнений. Для каждой строки представления кода составляется уравнение по определенным правилам. Неизвестными в уравнениях являются состояния программы S^l в соответствующих строках, где l номер вершины.

Элементами L являются подмножества множества всех возможных кортежей $\langle a, i \rangle$, где a — объект программы, i — интервал принимаемых им значений. Отношением порядка на решетке L является отношение включения подмножеств:

$$A \subseteq B \Leftrightarrow \forall \langle a, i \rangle \in A \Rightarrow \langle a, i \rangle \in B$$

$$\langle a, i \rangle = \langle b, j \rangle \Leftrightarrow (a \equiv b) \wedge (i = j)$$

Интервал i обладает следующими атрибутами: i_{low} — нижняя граница интервала; i_{high} — верхняя граница интервала. Кроме обычных интервалов вводится неинициализированное значения $i_{noninit}$.

T_a является типом переменной a . T_a^{high} и T_a^{low} максимальное и минимальное значение типа T .

Рассмотрим несколько правил построения уравнений для вершин, содержащих конструкции программы [1].

Начальное множество решений S равно нулю. Каждая обработанная строчка расширяет его.

При объявлении новой переменной к предыдущему состоянию программы добавляем кортеж, состоящий из объявляемой переменной a и интервала $i_{noninit}$:

$$[declare(Ta)]^l: S^l = \hat{S}^l \cup \langle a, i_{noninit} \rangle$$

где \hat{S}^l — множество кортежей всех предшествующих состояний для вершины l .

При выходе переменной из области видимости удаляются все кортежи для данной переменной:

$$[undeclare(a)]^l: S^l = \hat{S}^l \setminus \bigcup_{\langle x, i \rangle \in \hat{S}^l: x=a} \langle a, i \rangle$$

Для оператора присваивания, в правой части которого стоит константа, правило выглядит следующим образом:

$$[a = c]^i: S^i = \hat{S}^i \setminus \bigcup_{\forall(x,i) \in \hat{S}^i: x=a} \langle a, i \rangle \cup \langle a, [c, c] \rangle.$$

В этом уравнении из предыдущего состояния программы удаляются все старые кортежи, содержащие объект программы a , и добавляется новый кортеж a .

Правило для оператора присваивания $a = b$ состоит в удалении всех кортежей для объекта a и добавлении для него всех кортежей, которые имеются для объекта b :

$$[a = b]^i: S^i = \hat{S}^i \setminus \bigcup_{\forall(x,i) \in \hat{S}^i: x=a} \langle a, i \rangle \cup \bigcup_{\forall(x,i) \in \hat{S}^i: x=b} \langle a, i \rangle$$

Анализ указателей

В анализируемом коде алгоритм работает с отношением «указывает-на». Каждый компонент представлен набором (o, i) , где o объект, i сдвиг внутри этого объекта. Связь «указывает-на» определяет два элемента программы в виде кортежа $((o_{j1}, k_1), (o_{j2}, k_2))$, где (o_{j1}, k_1) указывает на (o_{j2}, k_2) .

С помощью такого представления можно передать работу с памятью на языке С: возможность косвенной и прямой адресации [3], определение сложных типов и структур.

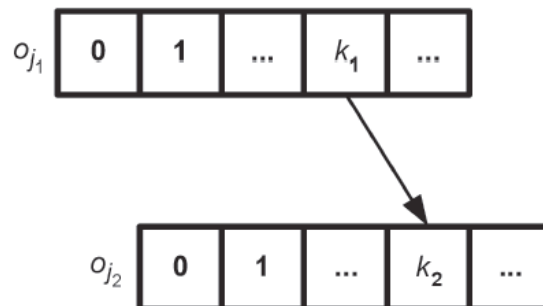


Рис. 2 Модель отношения «указывает-на»

Каждый объект представлен тремя атрибутами: тип, размер и владелец. Возможные типы:

- динамический (T dynamic) — приписывается блоку имен, через который происходит работа с памятью, выделенной одной из процедур захвата памяти malloc (), calloc (), realloc ();

- статический (T static) к таким объектам относятся глобальные и локальные переменные;

Владелец объекта o — ownerof (o) — связывает статические объекты между собой.

Сдвиг внутри объекта i определяет элемент сложного типа, на который указывает переменная-указатель, что дает возможность работать с массивами и структурами. В случае, если переменная-указатель указывает на первый элемент массива, смещение равно нулю.

Для построения уравнений используются правила уникальные для каждой конструкции. Неизвестными в этих уравнениях являются множества кортежей для конструкций программы.

Для большинства интерпретируемых операторов и функций уравнения имеют вид:

$$s = \hat{s} \setminus del [statement] \cup new [statement]$$

Решение системы уравнений начинается с пустого множества и расширяется каждой новой обработанной строчкой. Система уравнений решается с использованием известных алгоритмов теории решеток.

Сформулируем правила для некоторых интерпретируемых конструкций программы.

Объявление в программе переменной-указателя приводит к добавлению в текущее состояние программы кортежа для нового объекта-указателя и объекта $o^{invalid}$, при этом удаление кортежей из предыдущего состояния не производится:

$$new[declare(p)]: ((p = \langle T^{static}, 1 \rangle, 0), (o^{invalid}, 0));$$

$$del[declare(p)]: 0.$$

Объявление статического массива приводит к добавлению в текущее состояние программы кортежа, для которого создаются два новых объекта, объект длины 1, который хранит адрес массива, и объект для элементов массива:

$$new[declare(p[size])]: ((p = \langle T^{static}, 1 \rangle, 0), (o_k = \langle T^{static}, \square size, p \rangle, 0)) \cup (2.1)$$

$$\cup \bigcup_{i=0}^{size-1} ((o_k, i), (o^{invalid}, 0));$$

$$new[declare(p[size])]: ((p = \langle T^{static}, 1 \rangle, 0), (o_k = \langle T^{static}, size, p \rangle, 0)) \cup (2.2)$$

$$del[declare(p[size])]: 0.$$

Правило (2.1) выполняется, если массив p объявлен как массив указателей, правило (2.2) — в остальных случаях.

Выход локальной переменной из области видимости приводит к удалению всех кортежей с этой переменной из текущего состояния программы. Для всех указателей, указывающих на статический объект, которым владела эта переменная, добавляется кортеж с объектом $o^{invalid}$:

$$new[undeclare(p)]: \bigcup_{\forall i,j,k: ((p,0), (o_j,0)), ((q,i), (o_j,k)) \in \hat{S}^l \wedge (ownerof(o_j)=p) \wedge (q \neq p)} ((q,i), (o^{invalid}, 0));$$

$$del[undeclare(p)]: \bigcup_{\forall i,j,k: ((p,0), (o_j,0)), ((q,i), (o_j,k)) \in \hat{S}^l \wedge (ownerof(o_j)=p)} ((q,i), (o_j,k)); (2.3)$$

$$del[undeclare(p)]: \bigcup_{\forall j,k: ((p,0), (o_j,k)) \in \hat{S}^l \wedge (ownerof(o_j) \neq p)} ((p,0), (o_j,k)); (2.4)$$

Правило (2.3) действует для объекта, владельцем которого является p, правило (2.4) — для всех остальных объектов.

Обнаружение дефектов

После решения систем уравнений, составленных интервальным анализом и анализом указателей, следует просмотр решений и поиск дефектов. Далее приведены некоторые правила для поиска некоторых дефектов.

Ошибка использования неинициализированной переменной в арифметических или логических операциях обнаруживается следующим правилом:

$$[a = b \otimes c]^i: \exists \langle b, i_{noninit} \rangle \in \hat{S}^l \bigvee \exists \langle c, i_{noninit} \rangle \in \hat{S}^l$$

где \otimes — некоторая арифметическая или логическая операция.

Дефект утечки динамической памяти возникает в конструкциях присваивания нового значения указателю p и в конструкции undeclare (p) в том случае, если указатель p в предыдущем состоянии программы указывал на динамический объект и на данный объект не указывали другие указатели. Это описывается следующим правилом:

$$[undeclare(p) | p = \dots]: \exists j: (\exists ((p,0), (o_j,k)) \in \hat{S}: typeof(o_j) = T^{dynamic}) \wedge (\nexists ((q,0), (o_j,k)) \in \hat{S}: q \neq p).$$

Ошибка обращения к массиву по неправильному индексу возникает при значении индекса, выходящем за границы массива. Данный дефект обнаруживается следующим правилом:

$$[p[m]]^{\dagger}: \exists (p, (a, k)) \in \tilde{S}^{\dagger}:$$

$$\left[\left(\bigvee_{g \in \{m^{low}, m^{high}\}} (k + g) < 0 \right) \vee \left(\bigvee_{g \in \{m^{low}, m^{high}\}} (k + g) \geq a.size \right) \right]$$

где кортеж $(p, (a, k))$ связывает указатель p с k -м элементом объекта a и определяется в результате анализа указателей.

Правило обнаружения ошибок разыменования указателя, выведенного за границу массива, эквивалентно предыдущему случаю при индексе m , равном нулю:

$$[*p]^{\dagger}: \exists (p, (a, k)) \in \tilde{S}^{\dagger}: \left[(k < 0) \vee (k \geq a.size) \right]$$

Одной из ошибок адресной арифметики является выполнение операции вычитания или сравнения указателей на разные объекты:

$$[p \blacksquare q]: \exists \left((p, 0), (o_{j_1}, k_1) \right), \left((q, 0), (o_{j_2}, k_2) \right) \in \tilde{S}: o_{j_1} \neq o_{j_2}$$

где \blacksquare операция адресной арифметики.

Дефект разыменования неинициализированного, неконтролируемого или нулевого указателя возникает в конструкции $*p$ в том случае, если указатель мог указывать на некорректный объект $o^{invalid}$. Данная ситуация обнаруживается следующим способом:

$$[*p]: \exists (p, 0), (o^{invalid}, 0) \in \tilde{S}$$

Особенность метода заключается в том, что всегда можно расширять систему правил поиска ошибок, с целью нахождения новых дефектов.

Заключение

Предложен алгоритм, основанный на взаимодействии двух методов: интервального анализа и анализа указателей. К достоинствам представленных методов относится интерпретация условий в операторах ветвления, возможность комплексного анализа всех функций программы с учетом входных и выходных данных, а также просмотр сложных структур и массивов.

Недостатком алгоритма является потеря точности из-за объединения решений, полученных по отдельным путям. Можно предложить несколько способов преодоления указанного недостатка, в том числе извлечение и анализ зависимостей между объектами программы, проведение точного анализа путей для некоторых фрагментов программы [1].

Предложенный подход к организации комплексного анализа применим для различных языков программирования. На текущий момент, является основой для разрабатываемой системы автоматического обнаружения дефектов в программах на языках C/C++.

Литература:

1. Ицыксон, В. М., Моисеев М. Ю., Цесько В. А., Захаров А. В., Ахин М. Х. Алгоритм интервального анализа для обнаружения дефектов в исходном коде программ // Информационные и управляющие системы. — 2009. — № 2. — с. 34–41.
2. Ицыксон, В. М., Моисеев М. Ю., Цесько В. А., Карпенко А. В. Исследование систем автоматизации обнаружения дефектов в исходном коде программ // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2008. — № 5. — с. 119–127.
3. Andersen, L. Program Analysis and Specialization for the C Programming Language. — Copenhagen: University of Copenhagen, 1994. — 311 с.
4. Nielson, F., Nielson H., Hankin C. Principles of Program Analysis. — Copenhagen: Springer, 2005. — 452 с.
5. Schwartzbach, M. Lecture Notes on Static Analysis // Karlsruhe Institute of Technology. URL: <https://pp.ipd.kit.edu/lehre/SS2009/compiler2/schwartzbach-static-analysis.pdf> (дата обращения: 11.11.2016).

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Experimental research of strain textile under static load

Alekhin Sergey Nikolaevich, candidate of engineering sciences, associate professor;
Dmitrienko Nadezhda Alekseevna, candidate of pedagogic sciences, associate professor;
Duloglu Tatyana Aleksandrova, graduate student
Institute services and business (branch) Don state technical University in Shakhty

Having carrying out experimental research to the mathematical description of the displacing parameters of products in the drum when spinning, among the main factors determining the magnitude and nature of the perturbing forces acting on the suspension of the washing machine with a centrifugal spinning were pointed out, and studies were conducted to determine the experimental dependence of the strain rate of textile k_7 product of the applied load p .

Since investigate the deformation of products in a rotating drum during the spin cycle is practically impossible, then in this article experimental studies were carried out to determine the deformation of products to a limited extent under the influence of static load.

Previously it should be considered what difference and similarity of processes of deformation in textile products are in the field of centrifugal forces consists in and at annex of static loading to products.

Lebedev V. S. in work [1] describes as follows process of an extraction in the field of centrifugal forces:

«In the first period after loading drum with fiber fabric articles the growth of rotor speed make compacted state of them, thus under compressive load fluid is separated from them. It separates mainly the part of the liquid which is enclosed between the main and weft fabric weaves, as well as in the interstices between the fibers. The process of separating liquid at this time is carried out as similar the process of filtration through a porous barrier.

In the second period in the tissue extraction pores which are liberated from the liquid penetrates the air and tissue liquid pressure becomes zero. During this period, the liquid separation is carried out by depositing it under the effect of hydrostatic pressure centrifugal spin». It should be noted that, according to the description of the processes pressed during centrifugation, the first and second periods differ only in spin fluid outflow views and material deformation process thus remain virtually.

The same author [1] describes the spin by pressing:

«Spin compression is that the outer surface material is mechanically transmitted in product pressure. Located in the pores of the liquid product by an external compressive load and due to material deformation, it can characterize a change

in its volume, internal pressure tests. As a result, the liquid penetrates through the pores of the material and is open at its surface.

The fluid motion in the pores of the compressible material can be regarded as filtering it through the porous body».

In the above example the processes of deformation of the material during spinning and pressing the underlined passages and phrases are pointed to show uniformity occurring in this process, accompanying the deformation of the material.

Hence it can be concluded that the process of deformation of the material may take place in the field of centrifugal forces, that can be modeled sufficiently accurately by applying the static load to the products in an enclosed space, i. e. by compression products.

It should be noted that the complexity of established relationship between the pressure applied to the material and the relative contraction of skeletal material in the closed space is that, as noted V. Lebedev [1], this dependence is linear only in the initial stage of compression.

Furthermore, as indicated by the authors [1], [2] and others the complexity of study of the deformation process of the material in compression is based on the fact that different types of articles and materials have relative relationship between compression and pressure which may be different.

Based on the fact that the processes take into account the deformation of the many kinds of products and materials used in everyday life, it is almost impossible, to study this issue with the use of sets of products carried out in this thesis, which is the most typical home laundry. Moreover, in each of the 10 experiments conducted a different set of products and materials were used. Here is a general list of the used products from cotton material and mixed fibers, including terry:

gowns, trousers, cushion covers, bed sheets, sweaters, underwear, shirts, handkerchiefs, socks, towels, tablecloths, curtains, bedspread, sportswear and others.

For experimental studies a set of products compression in accordance with the recommendations in the paper [3] were used with help of measuring container with transparent walls of 19 dm³, an inner diameter of $D_e = 0,270\text{m}$ and a cross-section $S_e = 0,05723\text{m}^2$. To measure the product mass in air-dry and wet products used electronic scales (Electronic scale) model CAMERON KFS-222 c limit weighing 5kg and 0,001 kg precision, as well as models with Beurer BG39 weighing between 150kg and an accuracy of 0,1 kg. For measuring linear deformation quantities of products used

by the measuring instrument with measurement accuracy of 0,001 m.

Below in Figure 1 is a schematic diagram of the experiment.

During the experiment, the product is wetted with full immersion in water, then placed in the measuring container. Note that when moving products from liquid containers, as well as during placement of the measuring container a considerable part of free liquid can drip on product, which corresponds to the beginning of manufacturing conditions in the spinning process, the washing drum. Top superimposed light disk have sufficient stiffness, diameter $D_d = 0,255\text{m}$. A weight was placed m_{gp} (Figure 1) on the disc.

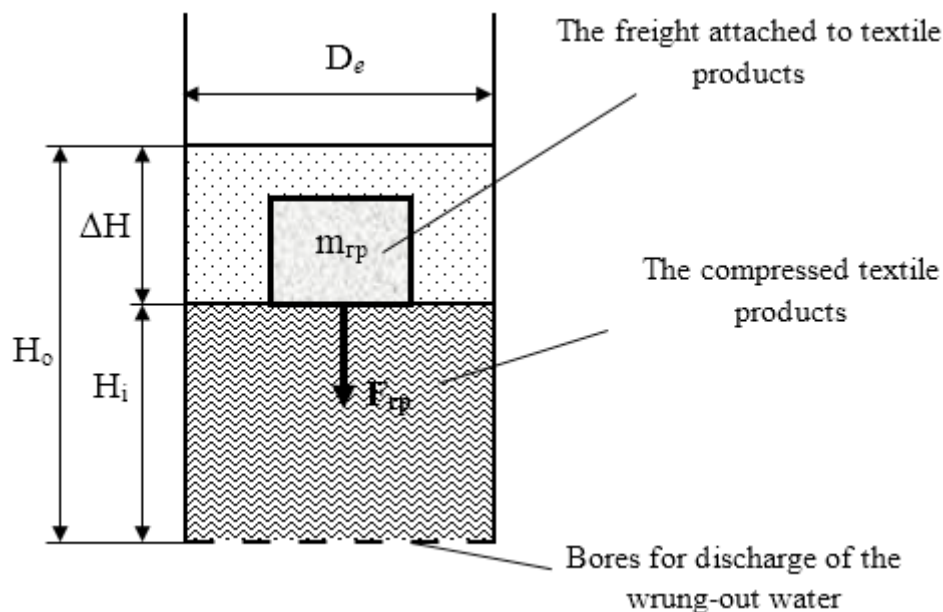


Fig. 1. The scheme of the strain on the defining experiment products under load

Pressed fluid flowed through the holes in the bottom of the measuring container. This measurement was carried out when the product has height H from the bottom of the measuring vessel to a product of the upper edge of the limited disk: value H_o , but in line with the initial value of goods unloaded height, H_i — is the current value of the height of product load $F_{gr,i} = gm_{gr,i}$, $\Delta H = (H_o - H_i)$ — is a change in the current height of the products.

Statistical data processing was carried out using MatLab software version 11, and then it is plotted in Excel.

The experiment showed that the range of values of the mass of wet products (linen) before compression (no load) is $m_b = (3,22... 4,12) m_{bo}$ where m_{bo} — mass products in an air-dry state, which corresponds to the average value of $m_b = 3,54m_{bo}$, while the average value of the density of wet product was $\rho_6 = 266,6\text{kg} / \text{m}^3$.

An analysis of the data obtained let us point out that the process of deformation articles under load can be described with the relationship between the pressure applied to the products P , Pa, and relative deformation of products

$$k_{rel} = \frac{\Delta H}{H_o} = \frac{H_o - H_i}{H_o} : k_{rel} = f(p)$$

If the approximation of the experimental values with a confidence interval of 5% on the assumption that the dependence described logistic function of the form $y = \frac{A}{B + Ce^{kx}}$ or $\hat{y} = A + Be^{-kx}$ we obtain function $k_{rel} = f(p)$ for each of the experimental curve.

In determining the overall function using the entire set of experimental data regression the following relationship was obtained:

$$K_{rel} = 0,5467 - 0,5489e^{-0,001061p}, \tag{1}$$

characterized by an index of correlation $R^2 = 0,949$, and the average error of approximation = 0,02755 MARE, which shows the quality factor of the model about 95%.

In determining the overall function following regression dependence was obtained for average values of the experimental data:

$$K_{rel} = 0,5455 - 0,5461e^{-0,001033p}, \tag{2}$$

characterized by an index of correlation $R^2 = 0,9998$ and an average error of approximation $MARE = 0,002046$, which shows the quality factor of the model more than 99%.

Based on the conditions of a more accurate description,

for further calculations take the last function (2) obtained by the average values of the experimental data.

Here, in Figure 2, the field correlation is shown between the experimental values obtained by the strain rate and the reduced pressure and $k_{rel}=f(p)$.

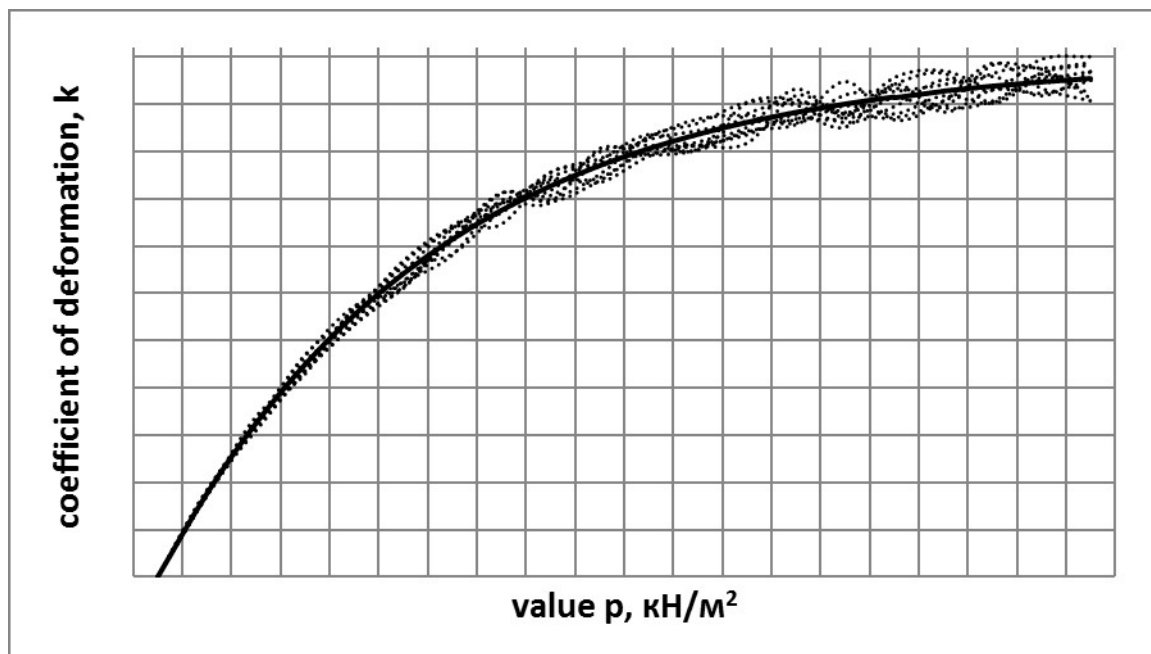


Fig. 2. Field correlation between the obtained experimental values and pressure deformation ratio and schedule $k_{rel}=f(p)$

The resulting dependence of $k_{rel}=f(p)$ is predicted by calculation ranges of possible values of the random eccentricity of the center of mass of products and related perturbing forces in the mathematical modeling of random oscillations of the suspension of the washing machine during the spin cycle.

As a result of the tests it was found that this relationship is as follows $k_{omn}=0,5455-0,5461e^{-0,001033p}$ characterize correlation index $R^2 = 0,9998$ and an average error of approximation $MAPE = 0,02046$, which shows the quality factor model more than 99%.

Analysis of the behavior of $k_{rel}=f(p)$ shows that at low pressures in the range of $p=0...340$ Pa the function is close to linear, which is consistent with the known findings about the nature of deforming textile products. When $p>3200$ Pa is function tending to asymptote.

The resulting dependence of $k_{rel}=f(p)$ is predicted by calculation the range of possible values of the random eccentricity of the center of mass of products and related perturbing forces in the mathematical modeling of random oscillations of the suspension of the washing machine during the spin cycle.

References:

1. Lebedev V.S. Processes of machines and devices in the production of household services/ V.S. Lebedev. — M.: Legprombytizdat, 1991. — 336 p.
2. Likhttser E.I. Service laundry equipment/ Likhttser E.I., Vernikov Ya., N., Emelyanov M.A. — M.: Vyshaya shkola, 1991. — 287 p.
3. Naberezhnykh A.I. Household washing machines: a tutorial/ A.I. Naberezhnykh, L.V. Sumzina. — M.: publishing house MGUS, 2000. — 176 p.

Обзор существующих технологий управления отработкой винтовых забойных двигателей при бурении скважин

Ахметжан Самал Закиевна, кандидат технических наук, старший преподаватель;

Жуманов Талгат Еркебуланович, магистрант;

Жаумитов Нурлан Бекенулы, магистрант

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана

В данной работе описываются проблемы, возникающие при бурении, и современные технологии управления отработкой винтовыми забойными двигателями.

Ключевые слова: строительство скважины, управление отработкой ВЗД, установки подачи давления, совершенствование технологии бурения

Технология бурения — это трудоемкий процесс строительства скважины, и требует от персонала постоянного контроля за режимом бурения, но главное не столько сам контроль, сколько правильность выбора контролируемого параметра. Техника, применяемая при бурении скважин, постоянно совершенствуется, растет мощность буровых установок, в связи с чем, растут и риски поломки инструмента от перегрузок, не редкие случаи, когда забойные двигатели, обладающие большой мощностью разрушают собственные узлы от того, что не соблюдался надлежащий контроль величины расходуемой энергии, при этом нарушения в части осевой нагрузки отсутствуют. Это происходит по причине устаревших нормативных требований, где главным параметром является вес на крюке.

Рост коммерческой скорости бурения скважин напрямую зависит от эффективности применения технологий, а повышение механической скорости проходки (МСП), рассматривается, как базовый источник сокращения затрат на бурение. Для повышения МСП необходимо совершенствовать существующие технологии бурения.

Теоретические основы и принципы управления отработкой винтового забойного двигателя (ВЗД) изучаются довольно давно. В настоящее время проблема подведения и поддержания заданной нагрузки на долото может быть решена доступными средствами на базе использования особенностей характеристик ВЗД, отражающих их взаимосвязь с основными параметрами режима бурения (дифференциальный перепад давления на ВЗД, осевая нагрузка, расход бурового раствора и др.).

Дифференциальный перепад давления — разность холостого давления (без нагрузки, давление на стояке) и рабочего давления (в режиме бурения):

— забойных гидравлических нагружателей и вибраторов;

— автоматизированных систем управления режимом бурения (АСУ РБ) с оптимальными схемами и параметрами регулирования.

В разрезе изучения средств управления отработкой ВЗД и вопросов регулирования и передачи осевой нагрузки на забой, отмечается, особые условия бурильной колонны, и ограниченная информативность управления

процессом по наземным параметрам способствует зависанию инструмента в скважине, особенно в глубоком и наклонно-направленном бурении [1].

По один из наиболее эффективных способов борьбы с зависанием бурильной колонны и решения проблемы создания осевой нагрузки на долото — отказ от традиционного нагружения за счет веса колонны труб и введение в компоновку низа бурильной колонны (КНБК) забойного механизма подачи. Рядом компаний разрабатываются различные механизмы подачи долота, выполненные в виде гидравлического нагружателя телескопического типа, входящего в состав КНБК.

Применение гидравлического нагружателя обеспечивает следующие эксплуатационные преимущества в процессе бурения:

— автоматическую подачу долота, исключая зависание бурильной колонны на стенках скважины на не вертикальных участках профиля.

— увеличение механической скорости и ресурса работы долота.

— снижение числа отказов и повреждений ВЗД, телеметрической системы и бурильной колонны вследствие демпфирования вибрации долота.

Другое перспективное направление проблемы зависания бурильной колонны — генерирование продольных и поперечных колебаний в КНБК. В данном направлении отмечается осциллятор. Осциллятор создает продольные колебания в КНБК в процессе бурения наклонно-направленных и горизонтальных участков скважин профиля скважин. Осциллятор располагается над забойным двигателем.

Существует автоматизированный комплекс управления для штатных регуляторов подачи долота, на основании эволюции сигналов давления в напорной линии и нагрузки на крюке поддерживает заданный диапазон крутящего момента ВЗД. Поддержание осуществляется автоматического управления скоростью подачи бурового инструмента.

Существует автоматизированная пневмомеханическая система. Система основана на базе ленточного тормоза буровой лебедки. Исполнительным механизмом выступает пневмомотор, воздействующий на рычаг тормоза, через подъемный блок и трос.

Предложен и апробирован на практике способ управления отработкой ВЗД по реакции приводного двигателя бурового насоса на изменение нагрузки на его валу при отклонении крутящего момента ВЗД от заданного. Данный способ не предполагает измерения давления нагнетания и не требует специальных датчиков давления, а основан на регистрации нагрузки приводного двигателя средствами, входящими в штатную систему управления буровой установки. В алгоритме используется метод «дерева возможных ситуаций» [2].

Способ используется:

- для поддержания оптимальной подачи насоса в процессе углубления скважин с учетом гидравлических характеристик забойных исполнительных устройств;
- для оптимизации оптимальных гидродинамических режимов течения жидкости в скважине (оптимальных частот ходов насоса), обеспечивающих минимум неравномерности расхода и давления по длине напорной линии, что способствует более равномерному вращению вала ВЗД, стабилизирует динамический режим системы «ВЗД — долото — горная порода», улучшает условия эксплуатации забойного телеметрического комплекса.

Основы и принципы управления отработкой винтового забойного двигателя находят отражение в известных запатентованных способах и системах:

- 1) Система автоматического процесса бурения, содержащая датчики механической скорости и осевой нагрузки и экстремальный регулятор. Автоматический поиск режима бурения ведется по осевой нагрузке;
- 2) Способ управления работой в скважине, при ко-

тором осуществляют построение модели процесса бурения. В процессе получают множество результатов измерений условий бурения, осуществляют определение оптимальных параметров и передачу в систему управления наземным оборудованием;

- 3) Способ бурения на основе механической удельной энергии (MSE). При бурении используют нагрузку на долото, выбранную на основе автоматизированного сравнения оптимальной MSE;
- 4) Способ автоматизации подачи долота — над долотом устанавливается устройство (с проточными отверстиями). Осевую нагрузку на долото при бурении определяют по перепаду давления в циркуляционной системе;
- 5) Автоматизация процесса бурения осуществляется с помощью регулятора подачи бурового инструмента, который снабжен датчиком давления, индикатором давления, задатчиками рабочего и предельно допустимого давления. При использовании регулятора контролируется давление в манифольдной линии, и в зависимости от буримых пород автоматически меняется скорость подачи инструмента;
- 6) Способ регулирования процесса бурения основанный на задании режима бурения, времени прогнозирования момента подъема долота, измерении механической скорости проходки и времени бурения, поддержании заданного оптимального значения нагрузки на долото;
- 7) Метод оценки выходной мощности ВЗД в забойных условиях. В методе предлагается последовательность процедур и расчетные зависимости для установления заданного режима бурения по показаниям давления на стояке при различных расходах бурового раствора.

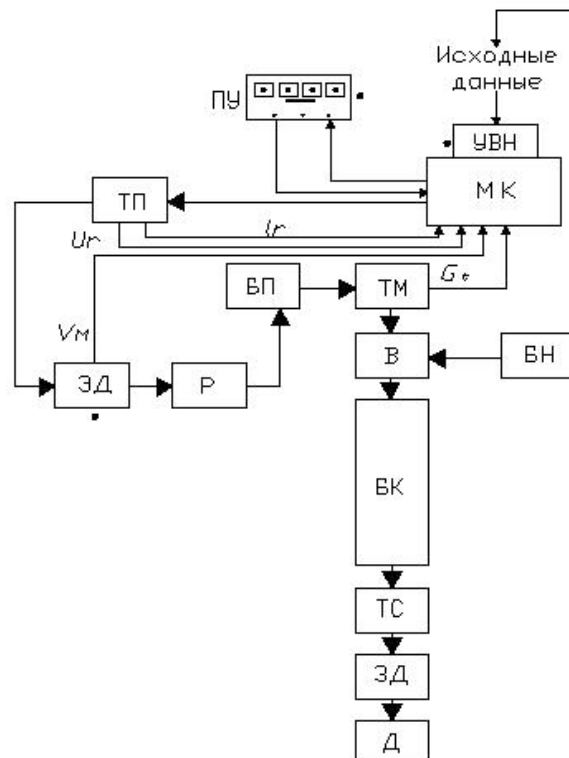


Рис. 1. Функциональная схема АСУ РБ для установок с тиристорным электроприводом постоянного тока (ТЭП) и регулятора подачи электрического (РПДЭ) [3]

Сегодня также известно множество различных технологий управления обработкой ВЗД.

Все известные установки подачи давления (УПД) разделяются на четыре основные группы:

1) Автоматы подачи, работающие в зависимости от выделяемой на бурение мощности;

2) Автоматы подачи, работающие в зависимости от натяжения талевого каната (нагрузки на долото);

3) Регуляторы подачи, осуществляющие равномерную подачу инструмента (регуляторы отличаются от автоматов подачи в основном тем, что у них отсутствует реверс бурильной колонны);

4) Стабилизаторы веса, осуществляющие подачу инструмента при постоянстве заданной осевой нагрузке на долото;

Существует ряд конструкций УПД. Например, регулятор подачи электрический (РПД-Э) обеспечивает: поддержание заданного значения осевой нагрузки на долото и поддержание постоянной скорости подъема или подачи бурильной колонны. Параметры — (скорость) задаются с пульта управления. Также существующие тормозные системы буровых лебедок предназначены для плавной подачи бурильной колонны по мере углубления скважины. Системы классифицируются на:

- Ленточные тормоза;
- Гидродинамические тормоза;
- Электромагнитные тормоза. [4]

Принцип действия тормоза основан на том, что при подаче постоянного напряжения на катушки возбуждения появляется магнитный поток статора. Путем регулирования тока возбуждения можно плавно изменять величину тормозного момента. Принцип действия РПД-Э также основан на воздействии на обмотку возбуждения моторгенератора, вращаемого асинхронным электродвигателем.

В результате проведенного исследования, по рассмотренной тематике управление обработкой ВЗД в процессе бурения, изучены основные подходы, реализованные в известных моделях автоматизации процесса бурения.

Основным моментом при управлении обработкой ВЗД с переменным перепадом давления необходимо учитывать гидромеханические эффекты с положительной обратной связью (бурильная колонна — ВЗД — долото), в которой увеличение крутящего момента (например, при вхождении долота в пропласток менее прочных пород) при-

водит к росту перепада давления в ВЗД, что в свою очередь сопровождается удлинением бурильной колонны и как следствие приводит к соответствующему увеличению осевой нагрузки на долото и еще большему росту крутящего момента.

Применение регулятора подачи бурового инструмента способно осуществить эффективное управление обработкой ВЗД по дифференциальному перепаду давления на двигатель, а также выступать средством автоматизации процесса бурения. Одними из недостатков приведенных способов является — осуществление множества изменений, а также «при изменении условий проходки меняется крутящий момент на долоте. Это приводит к перегрузке и недогрузке забойного двигателя, а в отдельных случаях к торможению двигателя, а также к интенсивным колебаниям низа бурильной колонны. Кроме того, при больших углах наклона и в горизонтальных скважинах величина силы трения бурильной колонны о стенки скважины колеблется в больших пределах, что снижает эффективность буровых работ». Кроме того, в некоторых приведенных способах предлагается следовать сложившейся регламентной технологии (отражено в технологической документации, к примеру долотная программа и др.) обработки ВЗД по осевой нагрузке [5].

Управление ВЗД по дифференциальному перепаду давления считается перспективным и имеет резервы повышения эффективности бурения и качества строительства нефтяных и газовых скважин. На основании технологической документации базируется и регламентная технология управления обработкой ВЗД — УПД (ТЭП, РПД — Э). За базовую основу технологии управления обработкой ВЗД, в работе взята распространенная регламентная технология, индикатором которой выступает осевая нагрузка на долото, управление с помощью ТЭП. Выбор аргументирован доступностью, к изучению процесса управления технологией, широким применением ТЭП и др. Не имеет значения тип применяемого УПД, а важным критерием является системный подход к технологии управления обработкой ВЗД. Исходя из этого, особое внимание уделено решению задач, возникающих при бурении скважин ВЗД с применением существующей технологий (применение ТЭП), и технологии управления обработкой ВЗД, основывающейся на эффективном управлении гидравлической энергией.

Литература:

1. Абубакиров, В. Ф., Буримов Ю. Г., Гноевых А. Н., Межлумов А. О., Близнюков В. Ю. Буровое оборудование: Справочник: В 2-х т. Т. 2. Буровой инструмент. — М.: ОАО «Издательство «Недра», 2003. — 494 с.
2. Балденко, Д. Ф., Балденко Ф. Д. Фактор дифференциального давления винтовых забойных двигателей при мониторинге режима бурения скважин // Нефтяное хозяйство. № 3. 2014 С 98—101.
3. Балденко, Д. Ф., Балденко Ф. Д. Бичкурин Т. Н. Особенности технологии бурения винтовыми забойными двигателями // Тр. ин-та/ ВНИИБТ. — 2011.-№ 3 (71).-с. 95—105.
4. Балденко, Д. Ф. Балденко Ф. Д. Гноевых А. Н. Одновинтовые гидравлические машины. Т. 2. Винтовые забойные двигатели. // ООО «ИРЦ Газпром», 2002. — 470 с.

5. Балденко, Д. Ф. Балденко Ф. Д., Шмидт А. П. Анализ характеристик винтовых забойных двигателей с целью оптимального управления процессом бурения // НТЖ. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. — 1995. — № 1–2.

Исследование физиолого-биохимических показателей современных гибридов семян подсолнечника с различным жирнокислотным составом и подсолнечного жмыха как источника белковых веществ

Воронова Наталья Сергеевна, кандидат технических наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина (г. Краснодар)

Дана характеристика химического состава и относительной биологической ценности двух биотипов высокомасличного подсолнечника и подсолнечного жмыха. Изучены изменения жирнокислотного состава липидов при созревании семян исследуемых гибридов. Опытным путем оценена биологическая ценность полученных белковых изолятов гибридных семян подсолнечника и подсолнечного жмыха.

Ключевые слова: сорта и гибриды высокомасличного подсолнечника, подсолнечный жмых, белковые изоляты, жирнокислотный состав

Современные промышленные сорта и гибриды высокомасличного подсолнечника представлены двумя биотипами — олеиновым и линолевым, существенно различающимися по жирнокислотному составу запасных липидов. Перспективным источником пищевого белка являются вторичные ресурсы масложировой промышленности, получаемые при переработке семян подсолнечника, в том числе подсолнечный жмых. Наиболее ценными свойствами подсолнечного жмыха являются высокое содержание белка, отсутствие токсичных и антипитательных веществ, низкая себестоимость [2, 4].

Объектами исследования служили семена гибридного подсолнечника с различным жирнокислотным составом запасных триацилглицеролов (ТАГ). Гибрид НК Ферти — с высоким содержанием в ТАГ олеиновой кислоты (78%) и гибрид НК Брио — с высоким содержанием линолевой кислоты (46%); производственный подсолнечный жмых, полученный на маслопрессовом предприятии ООО «Светлый путь» (ст. Платнировская Краснодарского края); белковые изоляты, полученные из подсолнечного жмыха и семян подсолнечника. Опытные

партии семян были получены путем выращивания растений в одинаковых почвенно-климатических условиях на опытных полях ВНИИМК г. Краснодара. Цель работы — исследование физиолого-биохимических показателей современных гибридов семян подсолнечника с различным жирнокислотным составом и подсолнечного жмыха как источника белковых веществ. В таблице 1 представлен химический состав исследуемых семян подсолнечника и подсолнечного жмыха.

В результате проведенных полевых исследований и изучения изменений жирнокислотного состава триацилглицеролов в процессе созревания гибридных семян подсолнечника (таблица 2), было установлено, что семена гибрида НК Ферти содержат в составе запасных липидов — 78,5% олеиновой кислоты, а семена гибрида НК Брио — 46,5% линолевой кислоты, при этом содержание белка в семенах олеинового типа (НК Ферти) на 34,6% выше, чем в семенах линолевого подсолнечника (НК Брио) [1, 3].

Исследуемый производственный жмых имел однородную структуру без посторонних примесей, без запаха,

Таблица 1. Химический состав и относительная биологическая ценность исследуемых семян гибридного подсолнечника и подсолнечного жмыха, % СВ

Показатели	Объекты исследования		
	НК Брио	НК Ферти	Жмых подсолнечный
Влага	9,7	10,4	7,7
Целлюлоза	2,7	3,2	19,3
Белок (N×6,25)	24,6	33,1	35,9
Жир	59,7	57,2	17,7
Зола	3,5	3,7	6,4
Относительная биологическая ценность	113,6	115,2	104,7

Таблица 2. Изменение жирнокислотного состава липидов при созревании семян исследуемых гибридов

Жирные кислоты	Содержание жирных кислот, % от суммы							
	Дни после опыления							
	НК Ферти				НК Брио			
	10	20	37	53	10	20	37	53
Пальмитиновая	6,91	3,72	3,64	3,88	9,71	5,34	5,13	5,9
Пальмитолеиновая	0,08	0,06	0,07	0,08	0,09	0,05	0,06	0,09
Стеариновая	8,2	4,75	3,64	3,45	6,72	4,16	3,79	3,56
Олеиновая	75,81	76,93	78,52	77,1	48,87	55,78	49,88	42,56
Линолевая	7,75	2,81	2,35	3,78	32,57	33,31	39,73	46,5
Арахидиновая	0,47	0,27	0,25	0,25	0,88	0,26	0,24	0,26
Эйкозеновая	0,22	0,41	0,54	0,54	0,53	0,26	0,35	0,4
Бегеновая	0,56	1,05	0,99	0,91	0,65	0,86	0,83	0,73

плесеней и горечи. Содержание белка в подсолнечном жмыхе составляло 35,9%. Сопоставляя полученные нами данные по исследуемым объектам, как источникам белковых изолятов перед нами стояла задача сравнить белки, получаемые из семян подсолнечника и подсолнечного жмыха, определить их качество, целесообразность получения белковых продуктов и возможные области использования [5, 7].

В данной части работы получали белковые изоляты из семян гибридного подсолнечника с различным жирнокислотным составом НК Ферти, НК Брио и подсолнечного жмыха. Затем проводили сравнительный анализ их химического состава и относительной биологической ценности с использованием тест-организма Тетрахимены.

Используемый в работе способ получения белковых изолятов включал следующие этапы: экстракцию 1М раствором хлорида натрия белков из предварительно обезжиренных, измельченных и очищенных семян или подсолнечного жмыха; удаление нерастворимой клетчатки центрифугированием; концентрирование белка осаждением 0,1 М соляной кислотой и механической денатурацией; промывание осажденного белка водой и сушку изолятов. Полученные белковые изоляты имели порошкообразную рассыпчатую консистенцию, цвет белый со слегка сероватым оттенком, чистый обезличенный запах, кисловатый вкус [6, 8]. Основные характеристики

полученных белковых изолятов гибридных семян и жмыха представлены в таблице 3.

Анализируя процентное содержание белка в полученных изолятах, следует отметить, что семена линолевого гибрида НК Брио по количеству белка — 69,9% уступают изолятам из семян олеинового гибрида НК Ферти и производственного жмыха — 81,1 и 85,7% соответственно.

Возможно, более полному выделению белков при получении изолята из семян подсолнечника линолевого типа (высокое содержание высокомолекулярных жирных кислот, содержащих сопряженные двойные связи, обуславливающих их высокую реакционную способность) препятствует образование липид-белковых комплексов между белковыми молекулами и липидами, включающими непредельные жирные кислоты. Косвенно на это указывает высокое содержание прочно связанных липидов в семенах гибрида Брио — 69%, против 46% у семян гибрида Ферти [3].

Полученные данные химического состава исследуемых белковых изолятов можно говорить о том, что по химическим показателям белковый изолят, полученный из подсолнечного жмыха не уступает белковому изоляту из нативных семян подсолнечника. В то же время, получение белковых изолятов из подсолнечного жмыха более технологически целесообразно и экономически выгодно, по сравнению с использованием для этих целей масличных семян [1].

Таблица 3. Химический состав и относительная биологическая ценность полученных белковых изолятов гибридных семян подсолнечника и подсолнечного жмыха, % СВ

Показатели	Белковые изоляты:		
	НК Брио	НК Ферти	Подсолнечный жмых
Влага	7,0	7,1	7,8
Белок (N×6,25)	69,9	81,1	85,7
Жир	1,7	1,5	1,4
Целлюлоза	0,1	0,2	0,4
Зола	0,5	0,7	1,3
Относительная биологическая ценность	180	198	117

Литература:

1. Воронова, Н. С. Модифицированные белковые изоляты из подсолнечного жмыха / Н. С. Воронова. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 109 с.
2. Воронова, Н. С. Разработка технологии функционального напитка на основе молочной сыворотки с овощными наполнителями / Н. С. Воронова, Д. В. Овчаров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2014. — № 104. — с. 953–969.
3. Воронова, Н. С. Обогащение мучных кондитерских изделий модифицированным белковым изолятом из подсолнечного жмыха / Н. С. Воронова, Д. В. Овчаров // Молодой ученый. — 2015. № 5–1 (85). — с. 29–32.
4. Бердина, А. Н. Липопротеиновый комплекс семян подсолнечника / А. Н. Бердина, Н. С. Воронова, А. А. Нестеренко. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 94 с.
5. Воронова, Н. С. Распределение электрофоретических фракций белковых изолятов из подсолнечного жмыха / Н. С. Воронова, Овчаров Д. В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2014. — № 104. — с. 943–952.
6. Воронова, Н. С. Исследование белков семян льна как полноценных и необходимых для здоровья человека / Воронова Н. С., Бердина Л. С. // Молодой ученый. — 2015. № 14. — с. 144–147.
7. Воронова, Н. С. Исследование состава льняного жмыха как нового ингредиента в производстве молочных продуктов / Воронова Н. С., Бердина Л. С. // Современные тенденции технических наук Материалы IV Международной научной конференции. — 2015. — с. 93–96.
8. Воронова, Н. С. Исследования органолептических и физико-химических показателей льняного семени, как нового функционального ингредиента в молочной промышленности / Воронова Н. С., Бердина Л. С. // Молодой ученый. — 2015. № 14. — с. 128–131.

Функциональный напиток на основе молочной сыворотки с овощными наполнителями

Воронова Наталья Сергеевна, кандидат технических наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина (г. Краснодар)

Рацион питания, достаточный для восполнения умеренных энергозатрат, не может обеспечить организм необходимым количеством витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон, потребность в которых у современного человека существенно возросла вследствие роста стрессовых и экологически неблагоприятных факторов [1, 2]. Широкое распространение получили комбинированные продукты на основе молочной сыворотки. Сыворотка технологична в переработке, что облегчает получение разных типов новых продуктов. Кроме того, вкус молочной сыворотки хорошо сочетается со вкусом вводимых компонентов [5].

Подобные продукты получают путем комбинирования, то есть введения обогащающих добавок растительного происхождения в продукты питания массового потребления. Одно из актуальных направлений — использование для этого овощей того региона, где проживает человек [3, 4]. Овощи являются основным источником минеральных солей и витаминов. Содержание в овощах органических кислот (яблочная, лимонная, винная) и ароматических веществ способствует улучшению аппетита, хорошему усвоению пищи. Таким образом, целью исследования являлась разработка технологии новых напитков

функционального назначения на основе молочной сыворотки с овощными наполнителями. В исследование использовали творожную сыворотку ТМ «Кубанский молочник» (ст. Брюховецкой, Краснодарского края, ЗАО «СК «Ленинградский»).

Наличие в сыворотке большого количества лактозы делает ее хорошей средой для различных типов брожений, а наличие белков позволяет повышать биологическую ценность вырабатываемых на ее основе продуктов [6].

При подборе микрофлоры в разработке технологии функциональных напитков на основе молочной сыворотки с овощными наполнителями необходимо учитывать специфические требования, предъявляемые к продуктам функционального назначения. Известно, что бифидобактерии дают достаточно высокий урожай клеток, способствуют улучшению вкуса продукта, устойчивы к кислой реакции среды и, следовательно, имеют высокие адгезивные свойства (выживаемость в желудочно-кишечном тракте в процессе микробной трансформации) [5]. Ацидофильные палочки вырабатывают естественные антибиотики, которые подавляют рост бактерий группы кишечной палочки и др., оказывают направленное действие на некоторые метаболические процессы, важные

для ускорения восстановления и повышения работоспособности организма [6]. Учитывая вышеизложенное, для разработки функционального напитка на основе молочной сыворотки с овощными наполнителями был выбран бактериальный концентрат, состоящая из комбинации культур *B. bifidum* 791 и *L. acidophilus* в соотношении 5:1.

Источником минеральных солей, витаминов, органических кислот и ароматических веществ, способствующих улучшению аппетита и хорошему усвоению пищи наибольший интерес представляет топинамбур, свекла и морковь [1]. Топинамбур — это клубневое растение, принадлежащее к роду подсолнечниковых. В состав клубней топинамбура входят также белки, пектин, аминокислоты, органические и жирные кислоты [5]. Свекла содержит

углеводы, клетчатку, калий, фосфор, кальций, магний, железо, цинк, витамины С, В1, В5, В6, РР, Е, фолиевую кислоту, провитамин А, которые так необходимы человеку [4]. Морковь — признанный лидер среди овощей по содержанию провитамина А, количество которого составляет 7–11 мг % на 100 г, а в некоторых сортах — до 20–37 мг % на 100 г. В моркови содержатся витамины В1, В2, В9, С, РР [6].

Для определения пробиотических свойств используемой закваски изучали влияние овощного пюре на динамику сквашивания творожной сыворотки, состоящей из *B. bifidum* 791 и *L. acidophilus*. На основании исследований литературных источников и практики в технологии напитков из молочной сыворотки был выбран процент внесимой закваски — 3% (рис. 1).

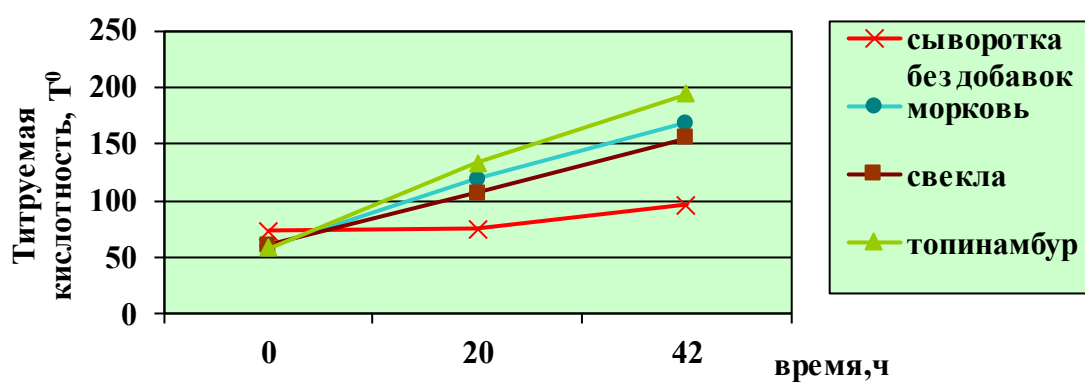


Рис. 1. Влияние растительных добавок на динамику сквашивания сыворотки бакконцентратом

При исследовании влияния растительных добавок на кинетику сквашивания творожной сыворотки в неё вносили пюре свеклы, моркови и топинамбура в количестве 25%. Полученные смеси пастеризовали, охлаждали до температуры заквашивания и вносили концентрат бифидобактерий. Термостатирование проводили при температуре 37 °С в течение 24 часов, контролем служил образец без растительных добавок. Опытным путем установлено, что введение растительных добавок интенсифицирует процесс ферментации. Из графика, представленного на рис. 1 видно, что введение растительных добавок интенсифицирует процесс кислотообразования. Наилучшие результаты были получены при использовании пюре топинамбура. Незначительно меньшая активность наблюдалась в образцах с пюре моркови и свеклы. Таким образом, введение растительных добавок, до сквашивания позволяет интенсифицировать процесс кислотообразования и тем самым сократить процесс ферментации. Установлено, что при использовании заквасок прямого внесения для ферментации сыворотки необходима предварительная их активизация. Наилучшие результаты наблюдаются при внесении концентрата, активизированного на нейтрализованной и электроактивированной сыворотке. В дальнейших испытаниях использовали закваску, приготовленную на нейтрализованной сыворотке.

Для разработки рецептуры функционального напитка необходимо подобрать оптимальное соотношение компонентов (топинамбур: морковь: свекла) для составления овощного пюре, при котором достигался наибольший пребиотический эффект, и при этом продукт обладал хорошими органолептическими показателями. С целью решения этой задачи пюре овощей вносили в сыворотку в количестве от 10 до 40%, контролем служила сыворотка без растительных добавок.

Опытным путем установлено, что увеличение массовой доли растительного компонента интенсифицирует процесс кислотообразования, но одновременно с этим ухудшаются органолептические показатели продукта, поэтому оптимальной нормой внесения пюре является 20–30%. Наибольший эффект достигался при использовании топинамбура. Это объясняется тем, что топинамбур богат инулином, который используется в процессе жизнедеятельности отдельными видами бифидобактерий как питательное вещество.

Из проведенных ранее исследований можно сделать вывод, что образцы с пюре топинамбура уступают по внешнему виду, образцам с пюре моркови и свеклы, поэтому с целью улучшения органолептических свойств предложено использовать комбинации пюре топинамбур: морковь: свекла. На рис. 2 показана динамика

сыворотки при внесении 25 % комбинированной добавки, состоящей из пюре топинамбура, моркови и свеклы в соотношении: (образец 1 — пюре топинамбура 70 %, моркови 20 %, свеклы 10 %; образец 2 — пюре топинамбура 60 %, моркови 20 % свеклы 20 %; образец 3 — пюре топинамбура 50 %, моркови 25 %, свеклы 25 %).

Как следует из полученных данных (рис. 2), в образце 1 с содержанием пюре топинамбура 70 %, процесс нарастания кислотности проходит интенсивнее по сравнению с образцом 2 и 3. Следует отметить, что свекла содержит природный краситель бетанин, который хорошо растворим в воде и способен давать более интенсивное окрашивание.

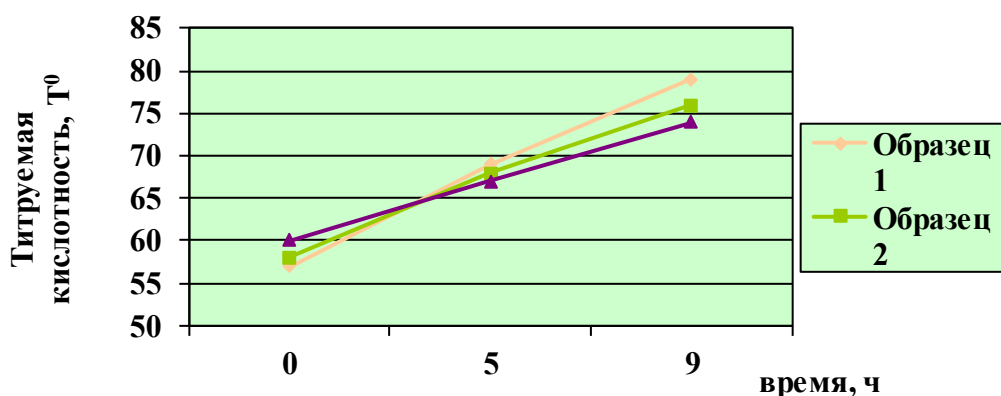


Рис. 2. Влияние смесей пюре топинамбура, моркови и свеклы на динамику сквашивания сыворотки

Пюре из моркови в технологии сывороточного напитка также улучшает цвет продукта за счет наличия красящих пигментов — каротиноидов — и усиливает профилактические свойства за счет наличия таких функциональных ингредиентов, как пантотеновая кислота и ее производные, пищевые волокна и витамины. Пантотеновая кислота и ее производные обладает ростстимулирующим действием в отношении различных штаммов бифидобактерий, при этом максимальная активность свойственна таким пантатеносодержащим соединениям моркови, как пантетин и S-сульфопантетин. Таким образом, добавление растительных компонентов при получении функциональных напитков из молочной сыворотки позволяет не только улучшать вкусовые качества продукта, сбалансировать микронутриентный состав, но и усилить пробиотический эффект и придать продукту симбиотические свойства.

Дегустационный анализ является наиболее распространенным и, вместе с тем, наиболее объективным и надежным способом оценки качества продуктов. Для дегустации были выбраны 3 опытных образца сывороточного напитка с овощным пюре, состоящим из топинамбура, моркови и свеклы в соотношении: (образец 1 — пюре топинамбура 70 %, моркови 20 %, свеклы 10 %; образец 2 — пюре топинамбура 60 %, моркови 20 % свеклы 20 %; образец 3 — пюре топинамбура 50 %, моркови 25 %, свеклы 25 %).

Результаты дегустации показывают, что наиболее низкие оценки дегустационной комиссии получил образец № 3 — в образце преобладает насыщенный яркий цвет, вкус и запах свеклы, не свойственный сывороточному напитку. Наиболее высокие оценки получил образец 1 — образец обладает мягким кислосладким вкусом, с запахом внесенного ароматизатора; цвет — приятный свекловичный, равномерный по всей массе, консистенция — однородная, в меру вязкая жидкость. На основании полученных данных дальнейшие исследования будут проводиться с опытным образцом 1.

Оценку пробиотических свойств разработанного сывороточного напитка с овощным наполнителем определяли по содержанию жизнеспособных клеток, как молочнокислых микроорганизмов, так и бифидобактерий в течение 3 недель.

В результате исследования роста молочнокислых и бифидобактерий в сывороточном напитке с овощным наполнителем, установлено, что в нем содержание жизнеспособных клеток как молочнокислых микроорганизмов, так и бифидобактерий остается на высоком уровне в течение всего срока хранения. Таким образом, результаты экспериментальных исследований дают основание для вывода о целесообразности производства функциональных напитков на основе молочной сыворотки с овощными наполнителями.

Литература:

1. Воронова, Н. С. Обогащение мучных кондитерских изделий модифицированным белковым изолятом из подсолнечного жмыха / Н. С. Воронова, Д. В. Овчаров // Молодой ученый. — 2015. № 5–1 (85). — с. 29–32.
2. Бердина, А. Н. Липопротеиновый комплекс семян подсолнечника / А. Н. Бердина, Н. С. Воронова, А. А. Нестеренко. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 94 с.

3. Воронова, Н. С. Распределение электрофоретических фракций белковых изолятов из подсолнечного жмыха / Н. С. Воронова, Овчаров Д. В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2014. — № 104. — с. 943–952.
4. Воронова, Н. С. Исследование белков семян льна как полноценных и необходимых для здоровья человека / Воронова Н. С., Бередина Л. С. // Молодой ученый. — 2015. № 14. — с. 144–147.
5. Воронова, Н. С. Исследование состава льняного жмыха как нового ингредиента в производстве молочных продуктов / Воронова Н. С., Бередина Л. С. // Современные тенденции технических наук Материалы IV Международной научной конференции. — 2015. — с. 93–96.
6. Воронова, Н. С. Исследования органолептических и физико-химических показателей льняного семени, как нового функционального ингредиента в молочной промышленности / Воронова Н. С., Бередина Л. С. // Молодой ученый. — 2015. № 14. — с. 128–131.

Проектирование подсистемы сетевого сервиса

Карамышева Екатерина Олеговна, студент;

Головченко Дарья Андреевна, студент

Научный руководитель: Нурмухамбетов Антон Маратович, преподаватель

Московский технологический университет

Задача: Спроектировать подсистему сетевого сервиса кафедры университета.

Решение: Выявить наиболее выгодные сетевые службы для решения задачи.

Взаимодействие компьютеров между собой, а также с другим активным сетевым оборудованием, в TCP/IP-сетях организовано на основе использования сетевых служб, которые обеспечиваются специальными процессами сетевой операционной системы — службами в ОС семейства Windows.

Для нашей задачи необходимо использовать:

- Файловый сервис, сетевое хранилище;
- Почтовый сервер;
- DNS, AD, DHCP;
- Backup.

Почтовый сервис

Почтовый сервис или электронная почта — технология и служба по пересылке и получению электронных сообщений (называемых «письма», «электронные письма» или «сообщения») между пользователями компьютерной сети (в том числе — интернета).

Почтовые протоколы.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol упрощенный протокол пересылки почты) — протокол, основной задачей которого является отсылка подготовленных специальным образом сообщений. Перед тем, как это сделать, протокол устанавливает соединение между компьютерами, что гарантирует доставку сообщения. Протокол SMTP очень простой и эффективный, однако эта эффективность не распространяется на все задачи и возможности. Так, он не обладает даже простейшим механизмом аутентификации и возможностью шифрования данных

при передаче между почтовыми серверами. Самым большим недостатком SMTP является его неспособность к пересылке графики, а также использование TCP порта 25, тем самым вызывая проблему пересылки сообщений в сети интернет.

POP3 (Post Office Protocol 3, почтовый протокол версии 3) — почтовый протокол, который используется для приема электронных сообщений с почтового сервера. Обычно POP3 работает в паре с протоколом SMTP, что позволяет организовать эффективную систему отсылки и приема электронных сообщений. Интерфейс протокола еще более простой, чем интерфейс SMTP, и с этим связаны определенные неудобства. Так, отсутствует возможность выборочного скачивания письма или просмотра содержимого письма непосредственно на почтовом сервере.

IMAP (Interactive Mail Access Protocol, протокол интерактивного доступа к электронной почте) — наиболее «продвинутый» почтовый протокол, предназначенный для приема электронных сообщений с почтового сервера. В большинстве случаев более удобным и эффективным является использование протокола IMAP, чем POP3. К достоинствам протокола относится возможность частичного скачивания письма, разбития принимаемого письма на части с последующим склеиванием и многое другое. Пользователю дается возможность управлять сообщениями непосредственно на сервере, не загружая их на компьютер.

HTTP (*HyperText Transfer Protocol* — «протокол передачи гипертекста») — протокол прикладного уровня передачи данных. Основой HTTP является технология «клиент-сервер», то есть предполагается существование:

— Потребителей (клиентов), которые инициируют соединение и посылают запрос;

— Поставщиков (серверов), которые ожидают соединения для получения запроса, производят необходимые действия и возвращают обратно сообщение с результатом.

Обмен сообщениями идёт по обыкновенной схеме «запрос-ответ». Для идентификации ресурсов HTTP использует глобальные URI. В отличие от многих других протоколов, HTTP не сохраняет своего состояния. Это означает отсутствие сохранения промежуточного состояния между парами «запрос-ответ». Компоненты, использующие HTTP, могут самостоятельно осуществлять сохранение информации о состоянии, связанной с последними запросами и ответами (например, «куки» на стороне клиента, «сессии» на стороне сервера).

Почтовый протокол для нашей задачи.

Без протоколов SMTP, HTTP, POP3 и IMAP невозможна работа электронной почты. Самым правильным будет использование IMAP. Он поддерживает возможность хранения сообщений на сервере, и пользователь в любое время может получить доступ к ним, а также осуществлять манипуляцию с данными сообщениями, т. е. скачать часть/фрагмент письма, причем с любого места и любой длины, может осуществлять поиск сообщений, а также осуществляется поддержка параллельного использования почтовых ящиков.

Так же допускается использование протокола POP3. Но в данном случае, мы теряем возможность хранения сообщения на сервере, а также доступ к ним, т. к. сообщения хранятся только на ПК.

Файловый сервер

Файл-сервер — это выделенный сервер, предназначенный для выполнения файловых операций ввода-вывода и хранящий файлы любого типа. Как правило, обладает большим объемом дискового пространства, реализованном в форме RAID-массива для обеспечения бесперебойной работы и повышенной скорости записи и чтения данных.

Сетевое хранилище — элемент локальной сети дома или офиса, предназначенный для постоянного доступа к конфиденциальной (личной или деловой) информации. Программное обеспечение служит для организации записи, хранения и выдачи информации. В состав п/о входят программы: внутренней ОС (GAS, NAS); защиты данных; обмена данными; организации массивов типа RAID для повышения надежности системы;

FTP — это один из базовых протоколов передачи файлов, предназначенный для передачи файлов в сети между компьютерами. В FTP пароль передается по сети в незашифрованном виде. Безопасные протоколы FTPS, SFTP. Для доступа к серверу или удаленному компьютеру по протоколу FTP используют FTP-клиенты.

Функции FTP:

- Работа с каталогами;
- Работа с файлами (загрузка на/с сервер/а, просмотр, удаление, переименование);

— Работа с правами доступа;

Файловый сервер для нашей задачи.

1. В нашем случае FTP предполагается использовать для обмена информацией между студентами и преподавателями, а также для хранения служебной информации (образов ОС, ПО).

2. Возможен удаленный доступ к серверу не только с рабочего места, для простоты поддержания актуальности информации (служебной, заданий) хранящейся на сервере, загрузки новой информации.

DNS

DNS (англ. *Domain Name System* — система доменных имён) — компьютерная распределённая система для получения информации о доменах. Чаще всего используется для получения IP-адреса по имени хоста (компьютера или устройства), получения информации о маршрутизации почты, обслуживающих узлах для протоколов в домене (SRV-запись).

DNS обладает следующими характеристиками:

- Распределённость администрирования;
- Распределённость хранения информации;
- Кеширование информации;
- Иерархическая структура, в которой все узлы объединены в дерево, и каждый узел может или самостоятельно определять работу нижестоящих узлов, или делегировать (передавать) их другим узлам;
- Резервирование.

DNS для нашей задачи.

DNS важна для работы интернета, так как для соединения с узлом необходима информация о его IP-адресе, а для студентов и преподавателей проще запоминать буквенные (обычно осмысленные) адреса, чем последовательность цифр IP-адреса.

DHCP

DHCP (англ. *Dynamic Host Configuration Protocol* — протокол динамической настройки узла) — сетевой протокол, позволяющий компьютерам автоматически получать IP-адрес и другие параметры, необходимые для работы в сети TCP/IP. Данный протокол работает по модели «клиент-сервер». Для автоматической конфигурации компьютер-клиент на этапе конфигурации сетевого устройства обращается к так называемому серверу DHCP и получает от него нужные параметры.

DHCP обладает следующими характеристиками:

- Автоматически назначает IP-адреса;
- Не допускает дублирование IP-адресов;
- Освобождает IP-адреса, удаленные из сети;
- Ведет централизованные базы данных IP-адресов.

DHCP для нашей задачи.

1. При использовании DHCP задачи администрирования существенно упростятся. Одним из преимуществ

будет экономия времени за счет отказа от конфигурирования каждой машины на кафедре.

2. Также очевидной пользой будет избавление от конфликтных ситуаций, которые могут появиться при установке параметров вручную. Сервер будет «помнить» кому, какие IP-адреса он выдал и на какой период.

AD

Active Directory (служба активного каталога) — распределенная база данных, которая содержит все объекты домена. Доменная среда Active Directory является единой точкой аутентификации и авторизации пользователей. В Window AD имеет иерархическую структуру, состоящую из объектов.

Active Directory обладает следующими характеристиками:

- Единая точка аутентификации;
- Единая точка управления политиками;
- Повышенный уровень информационной безопасности;

AD для нашей задачи.

С помощью службы Active Directory создаются учетные записи компьютеров, проводится подключение их к домену (студент, преподаватель), производится управление компьютерами, контроллерами домена и организационными подразделениями кафедры.

Литература:

1. Зайцев, А. П. Технические средства и методы защиты информации: Рек. УМО вузов в кач. учеб. пособия для вузов / А. П. Зайцев, А. А. Шелупанов, ред. — 4-е изд., испр. и доп. — М.: Горячая линия телеком, 2009. — 615 с.
2. Тихонов, В. А. Информационная безопасность: концептуальные, правовые, организационные и технические аспекты: Доп. УМС по образованию в кач. учеб. пособия для вузов / В. А. Тихонов, В. В. Райх. — М.: Гелиос АРФ, 2006. — 527 с.
3. Садердинов, А. А. Информационная безопасность предприятия: Учеб. пособие / А. А. Садердинов, В. А. Трайнев, А. А. Федулов. — 4-е изд. — М.: ИТК «Дашков и К», 2007. — 335 с.
4. Шаньгин, В. Ф. Комплексная защита информации в корпоративных системах: Доп. УМО вузов в кач. учеб. пособия для вузов / В. Ф. Шаньгин. — М.: ФОРУМ-ИНФРА-М, 2010. — 591 с.

Способ уменьшения процесса заиления малых русловых водохранилищ

Давранов Гуламжан Турабович, кандидат технических наук, доцент;
 Фырлина Галина Львовна, старший преподаватель
 Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

В условиях Центральной Азии, в том числе Узбекистана, неравномерное внутригодовое распределение водных ресурсов потребовало в прошлом строительство и эксплуатацию различных по параметрам водохранилищных гидроузлов. В Узбекистане их число превышает 55 и в ос-

Backup

Резервное копирование (англ. *backup copy*) — процесс создания копии данных на носителе предназначенном для восстановления данных в оригинальном или новом месте их расположения в случае их повреждения или разрушения.

Резервное копирование нужно делать регулярно, перед каждой операцией, подразумевающей вмешательство в работу компьютера.

Виды backup:

- Полное резервное копирование;
- Дифференциальное резервное копирование;
- Инкрементное резервное копирование;
- Клонирование;
- Резервное копирование в режиме реального времени;
- Холодное/горячее резервное копирование.

Резервное копирование для нашей задачи.

Для нашей задачи необходимо осуществлять резервное копирование базовой операционной системы и важных персональных файлов, которые будут находиться в единой папке.

Вывод

Все перечисленные ранее сетевые службы являются минимальным набором проекта для создания подсистемы сетевого сервиса кафедры университета.

новном, они были построены во второй половине XX века. Эти водохранилища обеспечивают 24% оросительной воды, необходимой сельскому хозяйству Узбекистана. Общий полезный объем водохранилищ составляет около 15 км³. По данным Международной комиссии по большим

плотинам в 140 странах мира существуют более 45000 водохранилищ с емкостью более 3 млн. м³. Больше половины из них построены для нужд ирригации, с помощью которых орошается более 20% от общей площади сельскохозяйственных земель.

Мировой опыт эксплуатации русловых водохранилищ показывает, что процесс заиления и занесения их объемами наносными отложениями, является одним из важнейших факторов, определяющих эффективность их эксплуатации и экологическую обстановку на прилегающих территориях. В результате осаждения в водохранилищах речных наносов, в нижний бьеф сбрасывается осветленная вода, что приводит к увеличению фильтрационных потерь из оросительных каналов и к постепенному ухудшению плодородия орошаемых земель.

В годы независимости Республики Узбекистан, обеспечение надежности и безопасности эксплуатации водохранилищных гидроузлов, закреплено рядом законов страны. Нами в настоящее время проводятся широкомасштабные научно-исследовательские работы, направленные на разработку конструктивно-технологических мероприятий по сохранению полезных емкостей русловых водохранилищ.

Основной объем наносных отложений, уменьшающих регулирующие емкости водохранилищ, составляют отложения твердого стока реки. Величина и продолжительность процесса заиления, а также характер распределения наносных отложений в подпорных бьефах в основном зависят от гидрологических, геоморфологических, гидротехнических и других факторов. К усилению этих явлений может приводить неправильная эксплуатация сооружений водохранилищного гидроузла, развитие эрозийных процессов, вызываемых сельскохозяйственной деятельностью человека в зоне водосбора реки, зарастание мелководий водной растительностью, трансформация гидравлических условий и работы водохранилища — изменение дрейфовых течений, ветровой обстановки и других. Во всех этих случаях своевременное принятие службой эксплуатации необходимых мер, направленных на ослабление возможных отрицательных последствий последних, существенно ослабит интенсивность развития рассматриваемых процессов и повысит эффективность работы водохранилища.

Процесс заиления водохранилищ — весьма сложное явление, которое зависит от многих природных факторов и организации эксплуатации. Существующие методы расчета процесса заиления в основном разработаны для схематизированных условий, часто существенно отличающихся от конкретных условий эксплуатируемого водохранилища. В настоящее время одним из эффективных методов расчета объема заиления является повторное батиметрические съемки чаш эксплуатируемых водохранилищ, позволяющие получить конечные результаты заиления. Например, широко используются акустическое эхолотирование с привязкой к GPS — системе, бортовая система эхолотирования LIDAR и многопролетные гидро-

локаторы, которые позволяют исключить геодезические работы и в короткий срок провести эти изыскания с меньшими материальными затратами.

Достаточно эффективных мероприятий по борьбе с процессом заиления или универсального способа не существует. Предлагаемые специалистами и используемые на некоторых низконапорных гидроузлах методы (удаление наносных отложений гидропромывом, механической очисткой и другими способами) неприменимы в условиях малых водохранилищ, из-за недостатка расходов воды в реке для промыва и очень высокой стоимости производства работ по механизированной очистке.

На наш взгляд вопрос борьбы с процессом заиления должен решаться с учетом природных и эксплуатационных условий водохранилищ конкретного региона, и разработанные мероприятия в этом плане должны входить в проекты в качестве обязательных операций и осуществлять их необходимо с начала эксплуатации водохранилища [1, с26...32]. Как показали результаты изучения режима работы русловых водохранилищ и гидравлических явлений, связанных с ним в условиях природы и модели, поддержание в верхних бьефах водохранилищ высоких уровней воды, обуславливаемых гидрологическими режимами водотоков, во время прохождения паводковых потоков исключает возможности сброса части поступающих наносов в нижний бьеф плотины гидравлическим способом. Характер протекания мутного паводкового потока в подпорном бьефе водохранилища приводит к быстрому осветлению этого потока в сторону плотины, так как это явление связано с достаточным большим извлечением мутного потока в русловой части водохранилища. Кроме того, за короткое время происходит выравнивание и уполаживание дна водохранилища за счет наносных отложений от предыдущих паводков (особенно в зоне мертвого объема), что также приводит к уменьшению скорости мутного потока в сторону водосбросных отверстий и увеличению растекания его по ширине подпорного бьефа. Наши натурные и лабораторные исследования показали, что значительная часть наносных отложений наблюдается в русловой части чаши водохранилища и при сработке верхнего бьефа, в период вегетации часть этих отложений с верхних створов чаще смывается с бытовыми расходами водотока и переносится в зону мертвого объема чаши [2, с. 265...271].

В основу предлагаемого нами способа была заложена идея пропуска в нижний бьеф части твердого стока транзитом через часть подпорного бьефа и плотину гидроузла во время прохождения паводков с последующим транзитным пропуском твердого стока после опорожнения полезного объема водохранилища. В последнем случае будет происходить промывка наносов, отложившихся в русловой части чаши вплоть до наступления периода наполнения водохранилища.

Для повышения эффективности способа, в зоне полезного объема водохранилища, выполняется прямолинейный углубленный канал для направления, посту-

пающего в водохранилище взвесенесущего потока к водосбросным отверстиям и для сброса наиболее мутного потока из верхних створов подпорного бьефа. Для удаления части наносных отложений (после опорожнения полезного объема водохранилища) из зоны полезного объема, по оси взвесенаправляющего канала устанавливается туннельный водосброс. Удаление наносов из верхних бьефов водохранилищных гидроузлов по данному способу осуществляются следующим образом: с момента поступления в чашу водохранилища ливневого паводка, мутный поток, насыщенный мельчайшими взвешенными наносами и обладающий большой плотностью движется по прямолинейному каналу в сторону плотины. В это время открываются затворы, устроенные в теле плотины и мутный поток попадает во фронт работы водосбросного туннеля и сбрасывается в нижний бьеф плотины. Расчетный уровень воды верхнего бьефа водохранилища регулируется работой водовыпуска, то есть с изменением расхода, поступающего в водохранилище изменяется расход, пропускаемый через водосбросной туннель. В стадии подъема и в пике ливневого паводка целесообразно пропускать большие расходы через водосбросной туннель, так как в этот период ливневый поток транспортирует огромное количество наносов. В стадии спада паводка насыщение потока наносами значительно уменьшается. Поэтому, если происходит снижение уровня воды в верхнем бьефе в период подъема и пике паводка, то в стадии спада паводка можно уменьшить сбросной расход и наполнять сработанный объем воды. В течение паводкового периода часть твердого стока отлагается вдоль взвесенаправляющего канала и во время опорожнения водохранилища в период вегетации эти наносные отложения постепенно смываются, продукты этого смыва переносятся в сторону входного оголовка водовыпуска. В таких условиях, до начала периода наполнения водохранилища, в течении 2–3 месяцев, бытовыми расходами водотока можно промывать значительную часть наносных отложений из канала. Что касается влекомых наносов, то они отлагаются во входной части водохранилища в начале канала. Для освобождения входной части канала от этих наносных отложений осенью перед началом наполнения водохранилища можно применять механизированный способ очистки, так как из-за малого объема этих наносов больших затрат на их удаление не требуется [3, с. 78...85].

Наполнение большинства водохранилищ происходит в дождливый период. При этом для сохранения емкости водохранилища не заиленной, важную роль играет регулирование его уровня с целью пропуска возможно большего количества наносов в период при низких уровнях воды. Эффективность предлагаемых мероприятий проверена экспериментальным путем, и в результате разработаны рекомендации по расчету объема сброса твердого стока в нижний бьеф плотины. Обработка результатов натурных (в водохранилищах Чартак, Лангар, Карабаг, Шурабсой, Карасу, Дехканабод и др.) и экспе-

риментальных исследований по определению мутности сбросного потока по времени позволили представить характер изменения насыщения сбросного потока в следующем виде:

$$S_{\text{вых}} / S_{\text{вх}} = f(t_i / T); \quad (1)$$

где: $S_{\text{вых}}$ — мутность потока, кг/м³; $S_{\text{вх}}$ — средняя мутность потока на входном створе водохранилища, кг/м³; T — продолжительность гидрографа паводка, час; t_i — интервал времени.

Оптимальный вариант поддержания уровня воды в верхнем бьефе водохранилища в период паводков необходимо установить исходя из надежных гидрологических данных. При высоких отметках уровня воды перед плотинной, эффективность сброса наносов в нижний бьеф значительно ниже. Обработка результатов исследований позволила аппроксимировать связь (1) следующей зависимостью:

$$S_{\text{вых}} = S_{\text{вх}} \cdot \frac{H_{\text{макс}}}{h_x} \cdot \sqrt{\frac{i \cdot F_r \cdot T}{t_i}}; \text{ кг/м}^3 \quad (2)$$

(при коэффициенте корреляции $r = 0,8$)

где: i — продольный уклон верхнего бьефа;

F_r — число Фруда

$H_{\text{макс}}$ — максимальная глубина подпорного бьефа при отметке НПУ, м;

h_x — заданная глубина подпорного бьефа, м.

Объем сбрасываемых наносов в нижний бьеф плотины за время прохождения одного паводка через водохранилище можно определить по формуле:

$$W_{\text{сб}} = \frac{S_{\text{вых}}^{\text{ср}} \cdot Q_{\text{вых}}^{\text{ср}} \cdot T}{\gamma_n}; \text{ м}^3 \quad (3)$$

где: $S_{\text{вых}}^{\text{ср}}$ — средняя мутность потока, сбрасываемого в нижний бьеф, кг/м³;

$Q_{\text{вых}}^{\text{ср}}$ — средний расход сбрасываемого потока, м³/с;

γ_n — объемный вес наносов, кг/м³;

$W_{\text{сб}}$ — объем сбрасываемых в нижний бьеф наносов, м³;

$Q_{\text{вых}}^{\text{ср}}$ — определяется по известным формулам гидравлики в зависимости от величины напора и размеров отверстий водовыпуска.

Выводы. Правильное плановое регулирование уровня режима верхних бьефов водохранилищных гидроузлов в период паводков позволяет сбрасывать в нижний бьеф плотины часть твердого стока реки. Эффективность предлагаемых мероприятий по борьбе с заилением зависит, прежде всего, от глубины, длины и уклона подпорного бьефа. По нашим расчетам, объем сбрасываемых в нижний бьеф наносов составляет 20–40 % от общего объема наносов, поступающего в чашу водохранилища с паводковым потоком.

Литература:

1. Давранов, Г.Т. Режим работы малых водохранилищ аридных зон Ферганской долины и их заиление // Вопросы русловой гидротехники с учетом усиливающейся роли антропогенной деятельности в речных бассейнах Средней Азии / САНИИРИ. — Ташкент, 1990. — с. 40–48
2. Давранов, Г.Т., Юсупов А.А. Некоторые результаты лабораторных исследований заиления селеводохранилищ // Пути комплексного совершенствования мелиорации и водного хозяйства / САНИИРИ, — Ташкент. 1987. — с. 71–76.
3. Давранов, Г.Т., Юсупов А.А. Влияние режима работы водопропускных отверстий на процесс заиления малых водохранилищ // Тезисы докл. Всесоюз. Конф. Молодых ученых. Пути повышения эффективности использования водных ресурсов в условиях их нарастающего дефицита. — Ташкент, 1988. — с. 35

Использование ионизирующих излучений в промышленности, медицине и других областях

Данилов Павел Владимирович, старший преподаватель;
Жиганов Константин Вячеславович, преподаватель;
Пронин Артем Викторович, аспирант
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В статье приводятся основные определения и источники ионизирующих излучений. Рассматриваются области применения закрытых источников ионизирующего излучения, в частности в медицинской и промышленности, с учетом обеспечения радиационной безопасности персонала и населения.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, источник излучения, область применения, применение в промышленности

The use of ionizing radiation in industry, medicine and other fields

P. V. Danilov, K. V. Zhiganov, A. V. Pronin

The article presents the basic definitions and sources of ionizing radiation. Discusses the applications of sealed sources of ionizing radiation, particularly in medical and industry, with a view to ensuring radiation safety of personnel and the public.

Keywords: Ionizing radiation, radiation sources, scope, application in industry

Ионизирующее излучение — это потоки фотонов, элементарных частиц или осколков деления атомов, способные ионизировать вещество.

К ионизирующему излучению не относят видимый свет и ультрафиолетовое излучение, которые в отдельных случаях могут ионизировать вещество. Инфракрасное излучение и излучение радиодиапазонов не являются ионизирующим, поскольку их энергии недостаточно для ионизации атомов и молекул в основном состоянии.

Соответственно, исходя из определения ионизирующего излучения, сформулируем понятие источника ионизирующего излучения — устройство или радиоактивное вещество, испускающее или способное испускать ионизирующее излучение.

Все источники ионизирующего излучения подразделяются на природные и техногенные. Кроме того, суще-

ствуют радионуклидные источники, которые, в свою очередь, подразделяются на закрытые и открытые.

Природный источник излучения — источник ионизирующего излучения природного происхождения, на который распространяется действие настоящих норм радиационной безопасности [1]. Примером таких источников может служить естественный радиационный фон — космическое излучение и излучение, создаваемое природными радионуклидами, содержащимися в земле, воде, воздухе, других элементах биосферы, в пищевых продуктах, в организме человека и животных.

Техногенный источник излучения — источник ионизирующего излучения, специально созданный для его полезного применения или являющийся побочным продуктом этой деятельности. Такими источниками могут выступать предприятия ядерного топливного цикла: АЭС; урановые

рудники и гидрометаллургические заводы, предприятия по переработке и захоронению радиоактивных отходов, а также исследовательские атомные реакторы, транспортные ядерно-химические установки и военные объекты.

Закрытый радионуклидный источник — источник излучения, устройство которого исключает поступление содержащихся в нем радионуклидов в окружающую среду в условиях применения и износа, на которые он рассчитан.

Источник радионуклидный открытый — источник излучения, при использовании которого возможно поступление содержащихся в нем радионуклидов в окружающую среду.

По характеру действия закрытые источники ионизирующего излучения условно подразделяются на 2 группы:

- непрерывного действия;
- периодической генерации излучения.

К 1 группе относятся γ -установки различного назначения, нейтронные β - и γ -излучатели;

Ко 2 — рентгеновские аппараты и ускорители заряженных частиц, которые при ускорении более 10 МэВ, приводит к образованию искусственных радионуклидов, что, с большой вероятностью, может привести к попаданию в организм человека радиоактивных изотопов.

В отличие от закрытых источников ионизирующего излучения открытые источники могут быть причиной как внешнего, так и внутреннего облучения работников и населения. Такое облучение возможно при попадании радионуклидов в окружающую среду в виде радиоактивных отходов. Такие отходы могут быть твердыми и жидкими, в виде газов и аэрозолей. Наибольшее значение имеют технологические процессы, в которых образуются радиоактивные аэрозоли.

В современном мире область применения закрытых ионизирующих источников весьма разнообразна:

- в металлургии применяются ускорители заряженных частиц, рентгеновские аппараты, аппараты для -дефектоскопии, радиоизотопные приборы (уровнемеры).

- в строительной индустрии применяются ускорители заряженных частиц, рентгеновские аппараты, аппараты для -дефектоскопии.

- в химической промышленности применяются мощные -установки, радиоизотопные приборы (уровнемеры, толщиномеры, приборы для снятия электростатических зарядов).

- в легкой промышленности применяются радиоизотопные приборы, такие как уровнемеры, толщиномеры, приборы для снятия электростатических зарядов.

- в пищевой промышленности применяются мощные -установки, радиоизотопные уровнемеры.

- кроме того, закрытые источники применяются в геологии — нейтронные и γ -источники, радиоизотопные уровнемеры.

- весьма большой потенциал применения закрытых источников излучения в медицине и биологии. В данных

отраслях применяются ускорители заряженных частиц, рентгеновские и γ -аппараты, γ - и β -источники.

- в сельском хозяйстве возможно применение мощных γ -установки.

- не стоит забывать о применении закрытых источников излучения в научных исследованиях. В различных научно-исследовательских институтах применяют ускорители заряженных частиц, рентгеновские аппараты, мощные γ -установки, нейтронные, γ - и β -источники.

При рассмотрении γ -излучателей необходимо упомянуть, что, в основном, к данным излучателям относят искусственные радиоактивные элементы, помещаемые в порошкообразном или твердом виде в герметичные стальные ампулы [5].

Основным параметром, характеризующим закрытый источник ионизирующего излучения, является его активность — ожидаемое число распадов в единицу времени.

Энергичность применения закрытых источников ионизирующей радиации варьирует в широких границах. Например, на сегодняшний день осуществляется большая практика строительства мощных γ -установок промышленного назначения, которые служат для получения полимерных материалов, стерилизации изделий одноразового использования в медицине, улучшения качества резины и многое другое. В зависимости от условий применения и предназначения общий заряд излучателя может достигать 5,5 ПБк (150000 Ки) и более. В таких установках чаще всего в этих установках используют ^{60}Co [2].

Для радиационных исследований в различных областях (химии, биологии, физики твердого тела, сельского хозяйства, пищевой и легкой промышленности и других) в Российской Федерации выпускаются такие γ -установки как:

- К-300000, заряд 110 ПБк (300000 Ки);
- «Панорама», заряд 6,7 ПБк (180000 Ки);
- МРХ-гамма-100, заряд 11 ПБк (300000 Ки);
- «ГУПОС», заряд $3 \cdot 10^{-2}$ ПБк (800 Ки);
- ГУБЭ-4000, заряд 0,15 ПБк (4000 Ки)
- и др.

Активность γ -источников для дистанционной лучевой терапии колеблется от 37 ГБк (1 Ки) — установки для внутрисполостной терапии типа «АГАТ-В» до $15 \cdot 10^4$ ГБк (4000 Ки) — установки «Рокус-М», «АГАТ-Р», «АГАТ-С». Закрытые источники (^{60}Co , ^{198}Au) в виде препаратов различной конфигурации (цилиндры, бусинки, иглы, отрезки тонкой проволоки) предназначены для внутрисполостной и внутритканевой терапии злокачественных новообразований.

Активность вводимых в пораженные ткани игл составляет 18,5–370 МБк (0,5–10 мКи), активность отдельных бусинок — 74–370 МБк (2–10 мКи), цилиндров — до 740–1480 МБк (20–40 мКи), а суммарная вводимая активность лечебных препаратов может достигать 1480–2220 МБк (40–60 мКи) ^{60}Co и 740–3700 МБк (20–100 мКи) ^{198}Au . Кроме того, для аппликационной терапии применяют аппликаторы в виде квадратов из гибкого пластика, в материале которого равномерно распределен ^{32}P ;

мощность излучения на их поверхности достигает 2–4 Гр/ч (200–400 рад/ч).

При рассмотрении различных видов γ -дефектоскопии, можно отметить, что максимальная активность данных источников находится в пределах от 1,85 до 5,55 ГБк (от 5 до 150 Ки).

Закрытые источники нейтронного излучения изготавливают в зависимости от требований технологии различной мощности. На 1 г радия при его смешении с бериллием образуется до 10^7 нейтронов в 1 с.

При использовании линейных и циклических ускорителей возможно получение потоков электронов и тормозного излучения высоких энергий. Непосредственно в линейных ускорителях, для получения тормозного излучения, помещенные в волновод электроны, с помощью электронной пушки, ускоряются электрическим полем и попадают в конце пути на мишень.

При среднем токе 15–30 мкА и сообщенной, электронам в волноводе, энергии (приблизительно 1 МэВ) интенсивность тормозного излучения на расстоянии 1 м от ускорителя может достигать 1–2 Гр/мин (100–200 рад/мин). Рассмотренные линейные ускорители позволяют увеличить скорость электронов до энергии 10 МэВ и более; в свою очередь бетатроны — по круговым орбитам до энергии 100 МэВ.

Исходя из вышесказанного описания закрытых источников излучения используемых в различных отраслях видно, что их мощность колеблется в широких пределах, а технология конструирования, использования и применения весьма многообразна.

В настоящее время рентгеновские аппараты часто применяются в промышленности и медицине. Высокие достижения в области рентгенологии и радиологии определили массовость этих исследований с тенденцией к неуклонному увеличению областей их применения. По статистике, количество рентгенологических исследований на 1000 человек за последние 20 лет выросло на 30%. Данные исследования проводят у всего взрослого и у значительной части детского населения страны. В начале 2000-х годов в стране было проведено около 100 млн рентгенологических исследований, а в настоящее время около 300 млн. Стоит отметить, что эквивалентная доза облучения населения составляет 1,5 мЗв (150 мбэр) в год, что значительно превышает дозу, полученную за счет всех других искусственных источников облучения вместе взятых. Данная доза в 1,5 раза превысила уровень естественного радиационного фона, что на 25–35% ниже технологического фона, но составляет около 1/3 популяционной дозы от суммы всех источников облучения. По сравнению с рентгенодиагностикой дозой облучения средняя индивидуальная эффективная эквивалентная доза за счет радионуклидной диагностики в десятки и даже сотни раз ниже. Она не превышает нескольких сотен микрозивертов (мкЗв) в год (десятки миллибэр (мбэр) в год).

Совершенствование рентгеновского метода, особенно быстрое внедрение передовых компьютерных технологий,

привело к появлению нового самостоятельного направления в рентгенологии: рентгеновской компьютерной томографии. Эволюция компьютерной томографии считается наиболее стремительной в мире визуальной диагностики. Она привела к появлению сначала спиральной, а затем и революционной многодетекторной компьютерной томографии. Эти технологии стали неотъемлемой частью единого лучевого диагностического процесса.

Сегодня в медицину входят гибридные технологии, предполагающие совместное или одновременное использование различных по своей физической и биохимической природе веществ и материалов. Прежде всего, следует отметить появление принципиально новых диагностических аппаратов, которые сочетают в себе сразу несколько высоких технологий — это гибридные рентгеновские компьютерные, позитронно-эмиссионные и однофотонные томографы. Для получения четких пространственных изображений на таких томографах используется рентгеновское излучение, а в качестве диагностического вещества или маркера используются радионуклидные маркеры, которые могут избирательно накапливаться в клетках специфических опухолей. Благодаря этому свойству они могут быть обнаружены, идентифицированы и служить в качестве контролера при лечении. Совершенствование компьютерных технологий, а именно, появление многодетекторных рентгеновских компьютерных томографов и новых сцинтилляционных датчиков, обусловили принципиально новое диагностическое качество гибридных изображений. Стало возможным получать изотропное (с точностью до миллиметра) анатомическое рентгеновское изображение любой структуры человеческого организма при существенном сокращении времени радиоизотопного исследования (сегодня это 5–12 минут, вместо 45 минут при старой технологии). Созданы прототипы спирального позитронно-эмиссионного и многодетекторного рентгеновского томографа, где общее время гибридного сканирования составит всего 30 секунд. Это означает, что всего за десятки секунд будет получена информация о локализации в любой части человеческого тела клеток с повышенным уровнем метаболизма глюкозы, или другого меченого изотопом вещества. Появляется возможность не только выявить опухолевые клетки, но и определить их восприимчивость к терапии, проследить эффект и определить продолжительность самой терапии, подобрать оптимальные фармакологические препараты для лечения.

Сегодня появилось принципиально новое диагностическое направление — молекулярная визуальная диагностика (molecular imaging). Лучевые диагносты вышли на новый уровень получения диагностической информации — молекулярный. Появилась возможность получать диагностическую информацию на клеточном уровне. В этом направлении и происходит основное развитие всей лучевой диагностики [4].

Рассматривая закрытые источники ионизирующего излучения необходимо упомянуть о безопасности при работе с ними. Обеспечение радиационной безопасности

достигается комплексом мероприятий, таких как санитарно-гигиенические, инженерно-технические и организационные [5]. Перечень перечисленных мероприятий зависит от активности излучателя, вида излучения, технологии и способов применения источников излучения. Главным требованием всех мероприятий защитного характера является то, что дозы облучения не превышали допустимых величин, как для персонала предприятия, так и для лиц других категорий.

С развитием индустриализации страны, за последние десятилетия построены и введены в эксплуатацию достаточно большое количество объектов, имеющих ядерную энергетическую установку. К подобным объектам необходимо в первую очередь отнести атомные электростанции. Самые распространенные реакторы на станциях в стране являются реакторы РБМК (реактор большой мощности канальный) и ВВЭР (водо-водяной энергетический реактор) [6].

Не стоит забывать, что объекты с ядерными энергетическими установками могут быть не только стационарными, но и подвижными — морские суда. В качестве наилучшего примера можно привести атомоходы и ледоколы («Сибирь», «Арктика», «Ленин»), выполняющие работу по проводке транспортных судов по северным морям. К подвижным объектам с ядерными энергетическими установками также относится и подводный флот современных

военно-морских сил многих развитых стран. Примеров таких подводных атомоходов можно привести много. Наиболее яркими представителями атомного подводного флота ВМФ России являются «Комсомолец», «Курск» и другие, которые кроме реактора имеют на вооружении и ядерное оружие.

С развитием космических технологий ядерные энергетические установки могут располагаться на борту космических летательных аппаратов, включая и не пилотируемые. Данные аппараты являются потенциальным источником радиоактивного загрязнения местности, в случае сгорания аппарата при вхождении в плотные слои атмосферы Земли [7].

Естественно следует обратить внимание на то, что, несмотря на различные программы по разоружению и уничтожению ядерных боеприпасов, в мире насчитываются огромные запасы ядерных боеприпасов всех видов базирования, включая стационарные и подвижные. Исходя из этого, можно сказать, что на сегодняшний день они представляют наиболее серьезную опасность для населения [8].

И, наконец, стоит упомянуть различные институты ядерной промышленности, которые в своем большинстве имеют экспериментальные ядерные реакторы, например Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова (ПИЯФ).

Литература:

1. Постановление главного Государственного санитарного врача Российской Федерации от 07 июля 2009 года № 47 «Об утверждении СанПин 2.6.1.2523–09 Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009».
2. Приказ Госатомнадзора России от 06 сентября 1999 г. № 91 «О лицензировании деятельности в области использования атомной энергии».
3. Серия норм МАГАТЭ по безопасности № RS-G-1.9 «Категоризация радиоактивных источников», МАГАТЭ, Вена, 2005.
4. Зубарев, А. В. Инновационный путь развития российской диагностической радиологии. Радиология и практика. 2009 г. № 6. стр. 3–10.
5. IAEA/CODEOC/2004 «Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников», МАГАТЭ, Вена, 2004.
6. Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency — Updating IAEA-TECDOC-953, Emergency Preparedness and Response Series, EPR-Method 2003, Vienna, 2003.
7. IAEA-TECDOC-1344 «Categorization of radioactive sources», IAEA, Vienna, 2003.
8. Dangerous quantities of radioactive material (D-values), Emergency Preparedness and Response Series, EPR-D-VALUES, Vienna, 2006.

Оценка показателей эффективности процесса очистки картофеля аэродинамическим способом (некоторые результаты проекта 16-38-00343 РФФИ)

Джаббаров Нозим Исмоилович, доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник;

Захаров Антон Михайлович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;

Зыков Андрей Владимирович, научный сотрудник

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (г. Санкт-Петербург)

В статье изложены результаты расчета и оценки показателей эффективности технологического процесса очистки клубней картофеля аэродинамическим способом, такие как производительность проектируемой машины и время очистки. Приведены расчетные зависимости продолжительности очистки и производительности проектируемой машины от ее конструктивно-технологических параметров и физико-механических свойств клубней картофеля.

Ключевые слова: аэродинамический способ, картофель, производительность машины, продолжительность очистки, эффективность технологического процесса

Математические модели для определения статических и динамических характеристик, а также технико-экономических показателей эффективности машины и процесса очистки картофеля предложенным авторами аэродинамическим способом подробно изложены в работах [1, 2].

В данной работе представлены результаты расчета показателей эффективности машины и процесса очистки картофеля аэродинамическим способом. В качестве показателей оценки эффективности рассмотрены среднее значение времени очистки картофеля и производительность машины в зависимости от многочисленных производственных факторов.

В таблице 1 приведены значения поправочного коэффициента в зависимости от твердости, влажности, температуры примесей и коэффициента поглощения тепла клубней картофеля.

Анализ показывает, что факторы, влияющие на процесс очистки клубнеплодов, такие как: первоначальная влажность, температура, твердость примеси и поверхности клубней до и в процессе очистки, коэффициент поглощения тепла, колеблются в широких пределах в зависимости от сорта и срока их хранения (таблица 1). В этой связи, значение поправочного коэффициента C_c также изменяется в достаточно широких пределах. Расчетные данные показывают, что с повышением температуры направленного воздушного потока τ_1 , увеличением коэффициента поглощения тепла клубнями φ_{II} и первоначальной твердости примеси и поверхности клубней p_f^1 значения коэффициента C_c имеют тенденцию к уменьшению. Данные таблицы 1 показывают, что в зависимости от изменения факторов, влияющих на процесс очистки, значения коэффициента C_c колеблются в пределах от 0,320 до 1,485.

На рисунке 1 и 2 представлены графические зависимости поправочного коэффициента C_c от первоначальной твердости примеси и поверхности клубней до очистки p_f^1 , при фиксированных значениях твердости примеси и по-

верхности клубней в начале образования твердой корки p_f^2 , влажности примеси, температуры примеси, подаваемого воздуха и коэффициента поглощения тепла.

В таблицах 2 и 3 приведены значения поправочного коэффициента, времени действия направленного воздушного потока и очистки картофеля (при температуре направленного воздушного потока на клубни $\tau_1 = 100^\circ\text{C}$ и $\tau_1 = 150^\circ\text{C}$, коэффициента поглощения тепла клубнями и почвенной примеси $\varphi_{II} = 0,2$ и $\varphi_{II} = 0,6$).

На рисунке 3 показаны графические зависимости среднего значения времени очистки $T_{очист}^{II}$ от поправочного коэффициента C_c при фиксированных значениях времени T_T воздействия направленного воздушного потока на клубни и первоначальной твердости примеси и поверхности клубней до очистки p_f^1 при $\tau_1 = 100^\circ\text{C}$.

На рисунке 4 показаны графические зависимости среднего значения времени очистки $T_{очист}^{II}$ от поправочного коэффициента C_c при фиксированных значениях времени T_T воздействия направленного воздушного потока на клубни и первоначальной твердости примеси и поверхности клубней до очистки p_f^1 при $\tau_1 = 150^\circ\text{C}$.

В таблице 4 приведены расчетные значения производительности машины от вместимости и частоты вращения чаши, плотности картофеля и поправочного коэффициента, при коэффициенте поглощения тепла клубнями и почвенной примеси $\varphi_{II} = 0,4$ и температуры направленного воздушного потока на клубни $\tau_1 = 150^\circ\text{C}$.

Расчеты показывают, что значение производительности в большей степени зависит от частоты вращения $n_{\text{ч}}$ и объема $U_{\text{ч}}$ (вместимости) чаши, первоначальной твердости p_f^1 примеси и поправочного коэффициента C_c . С увеличением частоты вращения чаши возрастает и кратность воздействия направленного воздушного потока на единицу площади клубней, что обеспечивает сокращение времени очистки и повышению производительности машины.

Таблица 1. Значения поправочного коэффициента, твердости, влажности, температуры и коэффициента поглощения тепла клубней картофеля при аэродинамической очистке

Первоначальная твердость примеси и поверхности клубней до очистки p_r^1 , кг/см ²	Твердость примеси и поверхности клубней в начале образования твердой корки p_r^2 , кг/см ²	Первоначальная влажность примеси и поверхности клубней до очистки w_r^1 , %	Влажность примеси и поверхности клубней в начале образования твердой корки w_r^2 , %	Температура примеси и поверхности клубней до очистки t_r , °C	Температура направленного воздушного потока на клубни τ_1 , °C	Коэффициент поглощения тепла клубнями и почвенной примесью φ_{II}	Поправочный коэффициент C_c
0,2	18	25	10	20	100	0,2	1,485
0,5							1,458
0,7							1,441
0,2	18	25	10	20	150	0,2	0,989
0,5							0,972
0,7							0,961
0,2	18	25	10	20	100	0,4	0,742
0,5							0,729
0,7							0,721
0,2	18	25	10	20	150	0,4	0,494
0,5							0,485
0,7							0,480
0,2	18	25	10	20	100	0,6	0,494
0,5							0,486
0,7							0,480
0,2	18	25	10	20	150	0,6	0,329
0,5							0,324
0,7							0,320

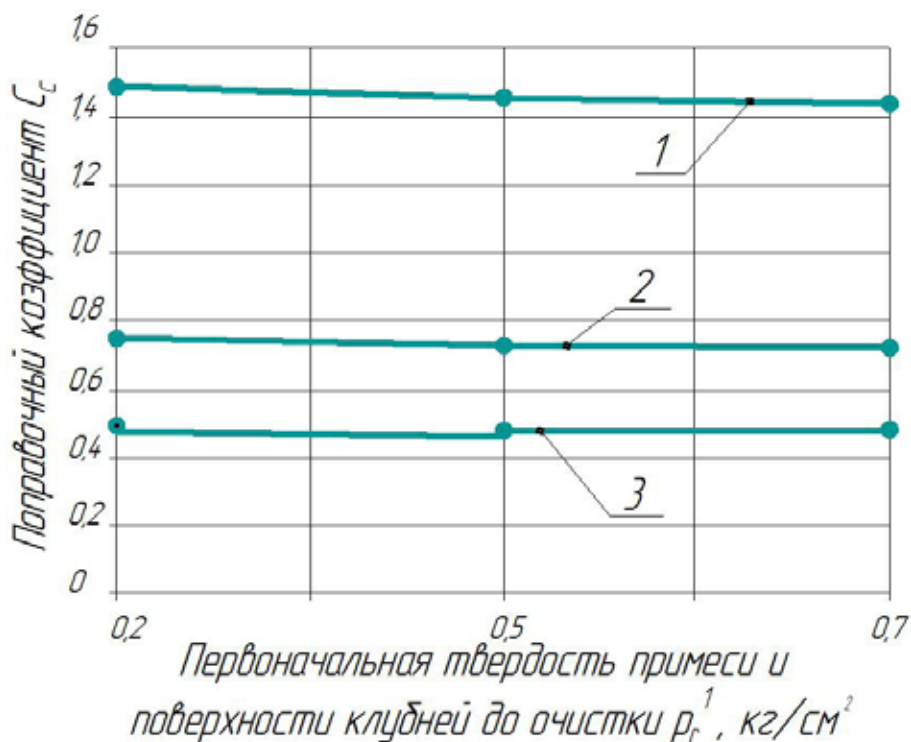


Рис. 1. Зависимости поправочного коэффициента C_c от первоначальной твердости примеси и поверхности клубни до очистки p_r^1 (при $p_r^2 = 18 \text{ кг/см}^2$; $w_r^1 = 25\%$; $w_r^2 = 10\%$; $t = 20^\circ \text{C}$; $\tau_1 = 100^\circ \text{C}$; $\varphi_{II} = 0,2$ — кривая 1; $\varphi_{II} = 0,4$ — кривая 2; $\varphi_{II} = 0,6$ — кривая 3)

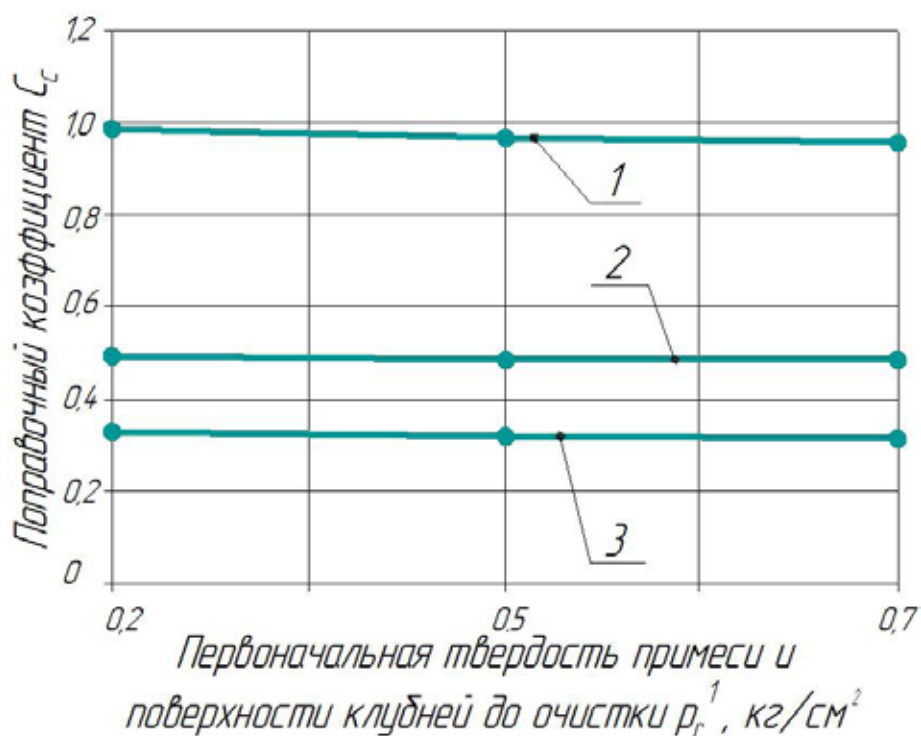


Рис. 2. Зависимости поправочного коэффициента C_c от первоначальной твердости примеси и поверхности клубни до очистки p_r^1 (при $p_r^2 = 18 \text{ кг/см}^2$; $w_r^1 = 25\%$; $w_r^2 = 10\%$; $t = 20^\circ \text{C}$; $\tau_1 = 150^\circ \text{C}$; $\varphi_{II} = 0,2$ — кривая 1; $\varphi_{II} = 0,4$ — кривая 2; $\varphi_{II} = 0,6$ — кривая 3)

Таблица 2. Значения поправочного коэффициента, времени действия направленного воздушного потока и очистки картофеля (при температуре направленного воздушного потока на клубни $\tau_1 = 100^\circ \text{C}$ и коэффициенте поглощения тепла клубнями и почвенной примеси $\varphi_{II} = 0,2$; первоначальная влажность примеси и поверхности клубней до очистки $w_r^1 = 25\%$)

Время воздействия направленного воздушного потока на клубни T_{Tr} , ч	Первоначальная твердость примеси и поверхности клубней до очистки p_r^1 , кг/см ²	Поправочный коэффициент C_c	Среднее время очистки картофеля $T_{очист}^II$
0,4	0,2	1,485	0,594
	0,5	1,458	0,583
	0,7	1,441	0,576
0,6	0,2	1,485	0,891
	0,5	1,458	0,875
	0,7	1,441	0,865

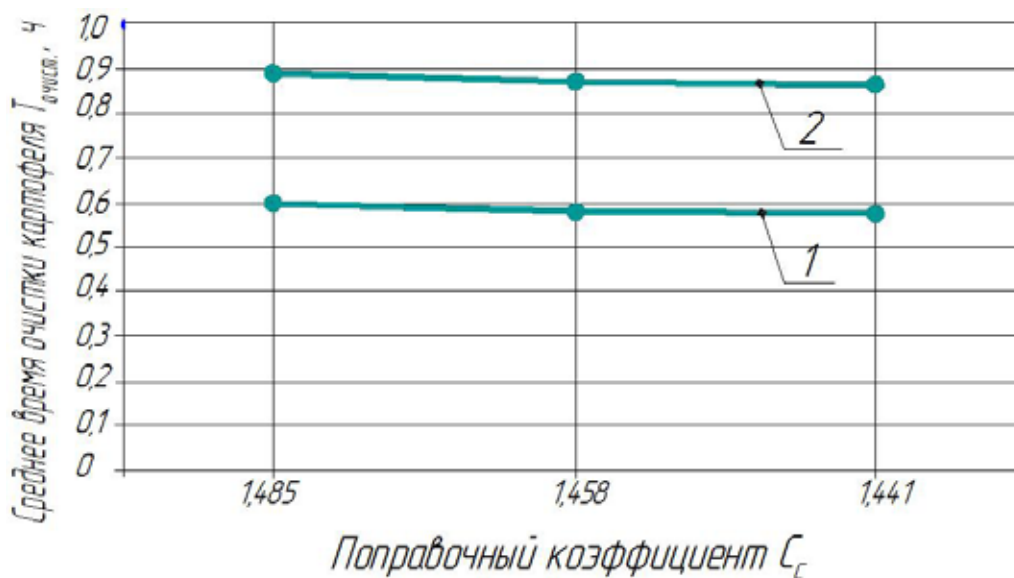


Рис. 3. Зависимости среднего значения времени очистки $T_{очист}^П$ от поправочного коэффициента C_c
 (1 — при $T_T = 0,4ч$; 2 — при $T_T = 0,6ч$; $\tau_1 = 100^\circ C$)

Таблица 3. Значения поправочного коэффициента, времени действия направленного воздушного потока и очистки картофеля (при температуре направленного воздушного потока на клубни $\tau_1 = 150$, °C и коэффициенте поглощения тепла клубнями и почвенной примеси $\varphi_{П} = 0,6$; первоначальная влажность примеси и поверхности клубней до очистки $w_{Г}^1 = 25$, %)

Время воздействия направленного воздушного потока на клубни T_T , ч	Первоначальная твердость примеси и поверхности клубней до очистки $p_{Г}$, кг/см ²	Поправочный коэффициент C_c	Среднее время очистки картофеля $T_{очист}^П$
0,4	0,2	0,329	0,132
	0,5	0,324	0,130
	0,7	0,320	0,128
0,6	0,2	0,329	0,197
	0,5	0,324	0,194
	0,7	0,320	0,192

С увеличением первоначальной твердости примеси и поверхности клубни $p_{Г}$ от 0,2 до 0,7 кг/см², также производительность повышается. Это объясняется тем, что при высоком значении $p_{Г}$ требуется меньше энергии для сушки примеси и поверхности, а также очистки продукции.

На рисунке 5 представлены зависимости производительности машины для очистки картофеля аэродинамическим способом от поправочного коэффициента C_c при фиксированных значениях вместимости чаши $U_{ч}$, плотности картофеля $\rho_{к}$, частоты вращения чаши $n_{ч}$.

Показатели эффективности и качества процесса очистки картофеля аэродинамическим способом зависят от гидротермического режима работы машины, характеризующегося такими показателями как температура на-

правленного воздушного потока на клубни, коэффициента поглощения тепла и физико-механическими свойствами примесей и очищаемого продукта и т. д.

Значения поправочного коэффициента, производительности машины и время очистки колеблются в широких пределах в зависимости от выше перечисленных факторов.

Как показывает практика, из-за плохой теплопроводности в процессе очистки, картофель медленно нагревается, что приводит к аккумуляции в нем температуры, и медленно охлаждается. В этой связи, с целью сохранения качества данной продукции, следует экспериментально обосновать гидротермический режим очистки.

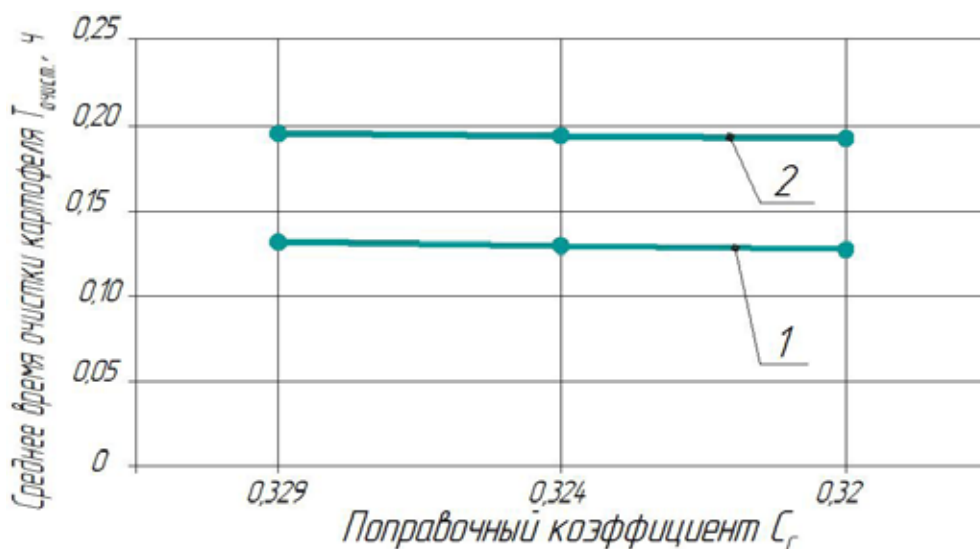


Рис. 4. Зависимости среднего значения времени очистки $T_{очист}^П$ от поправочного коэффициента C_c

(1 — при $T_T = 0,4ч$; 2 — при $T_T = 0,6ч$; $\tau_1 = 150^\circ C$)

Таблица 4. Значения производительности машины от вместимости и частоты вращения чаши, плотности определенного объема картофеля и поправочного коэффициента (коэффициент поглощения тепла клубнями и почвенной примеси $\varphi_{II} = 0,4$; температура направленного воздушного потока на клубни $\tau_1 = 150$, °C)

Вместимость чаши $U_{ч}, м^3$	Плотность определенного объема картофеля $\rho_{кр}, т/м^3$	Частота вращения чаши $n_{ч}, мин^{-1}$;	Поправочный коэффициент C_c	Первоначальная твердость примеси и поверхности клубней до очистки $\rho_{г}, кг/см^2$	Производительность машины $W_{ч}, т/ч$
0,1	0,65	2	0,494	0,2	0,263
			0,485	0,5	0,268
			0,480	0,7	0,270
		4	0,494	0,2	0,526
			0,485	0,5	0,536
			0,480	0,7	0,542
		6	0,494	0,2	0,789
			0,485	0,5	0,804
			0,480	0,7	0,812

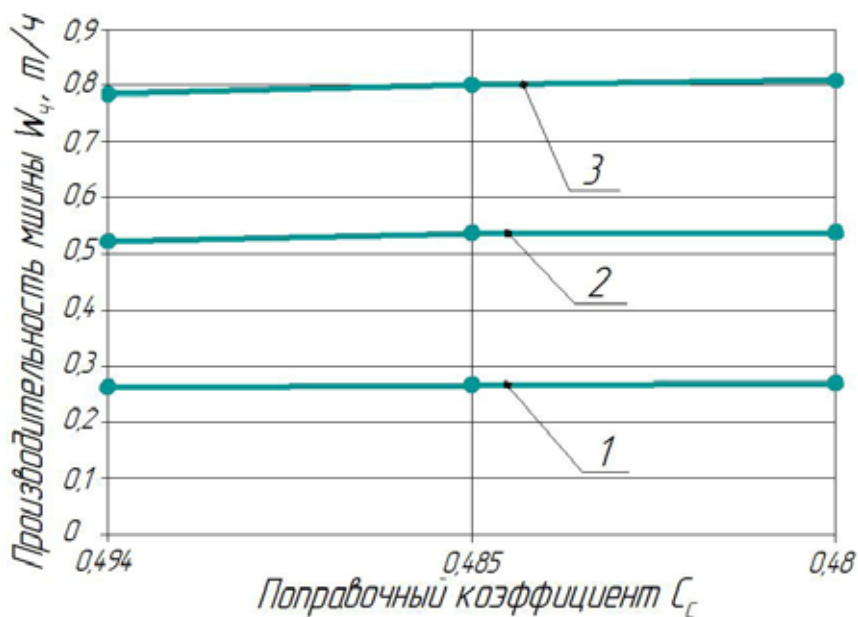


Рис. 5. Зависимости производительности машины для очистки картофеля аэродинамическим способом от поправочного коэффициента C_c при фиксированных значениях вместимости чаши $U_q = 0,1 \text{ м}^3$, плотности картофеля

$\rho_k = 0,65 \text{ т/м}^3$ (1 — частота вращения чаши $n_q = 2 \text{ мин}^{-1}$; 2 — частота вращения чаши $n_q = 4 \text{ мин}^{-1}$;

3 — частота вращения чаши $n_q = 6 \text{ мин}^{-1}$)

Литература:

1. Джабборов, Н.И., Захаров А.М. Математические модели для определения динамических характеристик машины и процесса очистки картофеля аэродинамическим способом (некоторые результаты проекта 16-38-00343 РФФИ) / Научный журнал «Молодой ученый», № 16 (120), август-2, 2016 г. с. 88–92.
2. Джабборов, Н.И., Захаров А.М., Зыков А.В. Математические модели для определения технико-экономических показателей оценки эффективности процесса очистки картофеля аэродинамическим способом (некоторые результаты проекта 16-38-00343 РФФИ) / Научный журнал «Молодой ученый», № 16 (120), август-2, 2016 г. с. 85–88.

Исследование влияния различных режимов ионного азотирования на формирование поверхностного упрочненного слоя быстрорежущей стали Р6М5

Каченюк Максим Николаевич, кандидат технических наук, доцент
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Носков Андрей Викторович, студент
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Патрушев Владимир Сергеевич, студент
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Представлены результаты микродюрOMETрического анализа и оценки толщины азотированного слоя после различного времени ионного азотирования при температуре 500 °С в атмосфере диссоциированного аммиака. Установлено, что ионное азотирование при выбранной температуре позволяет в 2 раза повысить микротвёрдость поверхности при продолжительности азотирования не менее 8 часов, а толщина приповерхностного слоя увеличивается в зависимости от времени изотермической выдержки.

Ключевые слова: сталь Р6М5, микротвёрдость, ионное азотирование, быстрорежущая сталь

Введение

Повышение твёрдости и износостойкости инструмента является актуальной задачей материаловедения, поскольку позволит повысить ресурс его работы, а, следовательно, снизить себестоимость производства изделий. Существует несколько путей повышения износостойкости, одним из них является модификация поверхности инструмента, поскольку именно поверхность воспринимает различные воздействия. Кроме того, модификация поверхности позволяет повысить твёрдость без значительного снижения прочности и повышения хрупкости, поскольку основа инструмента остаётся неизменной.

Азотирование — это технологический процесс химико-термической обработки металла или сплава, в результате которого в приповерхностном слое материала образуются химические соединения — нитриды. Использование данной технологии является в некоторых случаях наиболее эффективным, а иногда единственным возможным способом изменения свойств, приповерхностного слоя, не меняя прочностных характеристик материала.

Рассматриваемый вид низкотемпературного ионного азотирования — обработка материалов стали в плазме тлеющего разряда, горящего в среде диссоциированного аммиака. Применение данного способа, вследствие пульсирующего тока разряда и газотермических циклов насыщения приповерхностных слоев, позволяет уменьшить время азотирования в 1,5–2 раза, снижает энергозатраты, сокращает использование реакционных газов, обладает меньшей деформацией изделий и увеличивает эксплуатационные характеристики стали [1].

Процесс ионного азотирования протекает в две стадии. Сначала происходит ионная очистка поверхности, далее — непосредственно насыщение приповерхностного слоя ионами азота. В результате у приповерхностного слоя увеличивается твердость, износостойкость, коррозионная стойкость [2–4].

Целью работы является изучение повышения микротвёрдости диффузионной зоны быстрорежущей стали Р6М5, которая была подвержена азотированию в тлеющем разряде.

Материалы и методики исследования

Исследование проводили на образцах быстрорежущей стали Р6М5 размером 15*10 мм. Данная сталь применяется для изготовления всех видов режущего инструмента, инструмента для вырубки и штамповки, имеет повышенную склонность к обезуглероживанию. Для азотирования использовали пуансоны, прошедшие термообработку: закалка 1200 °С, отпуск при 350 °С/ 1 час, 560 °С/ 1 час и 630 °С/ 1 час.

Азотирование проводили в установке ИОН-50, ПНИТИ, в атмосфере диссоциированного аммиака, при давлении 1,0–1,6 кПа. Нагрев проводился со скоростью 500 град/час за счёт энергии плазменного разряда, возбуждаемого между корпусом установки и образцами. Образцы устанавливались на столе, служащем катодом установки. Продолжительность азотирования составила 4, 8 и 16 часов. Контроль температуры осуществлялся по термopаре ХА, установленной на столе с образцами.

Для исследования распределения микротвёрдости по толщине поверхностного слоя образцы разрезали при помощи отрезного круга, после чего приготавливали шлиф среза по стандартной методике [5]. Для выявления структуры использовали 4 % раствор HNO₃ в этиловом спирте [6].

Микротвёрдость была измерена с помощью микротвердомера ПМТ-3 по стандартной методике [7], с нагрузкой 0,98 Н. Измерения проводились по диагоналям отпечатка. Расчёт микротвёрдости проводили по формуле:

$$HV = 1.8544 \cdot \frac{m \cdot g}{d^2}$$

где m — масса груза при вдавлении (0,1 кг.),
 g — ускорении свободного падения (9,81 м/с²),
 d — средний размер диагоналей отпечатка пирамидки.

Металлографический анализ структуры экспериментальных образцов исследованных с помощью оптического микроскопа Axiovert 40MAT (Carl Zeiss).

В дальнейшем проводилась обработка результатов измерений с построением аппроксимирующей кривой. Коэффициент достоверности аппроксимации при обработке в течение 16 ч — $R^2 = 0,9465$, при 8 ч — $R^2 = 0,9231$, при 4 ч — $R^2 = 0,5819$, без азотирования — $R^2 = 0,5819$.

Был проведён рентгенофлуоресцентный анализ с помощью энергодисперсионного рентгеновского флуоресцентного спектрометра EDX-800HS2 (Shimadzu, Япония).

Результаты и обсуждения

В результате проведенных исследований было обнаружено, что время изотермической выдержки процесса ионного азотирования оказывает значительное влияние на глубину модифицированного слоя стали Р6М5. Результаты измерения микротвёрдости представлены на рисунке 1.

Из графика видно, что микротвёрдость стали вблизи поверхности достигает 17 ГПа для образцов, азотированных при времени выдержки 8 и 16 часов.

Микротвёрдость образца, не подвергавшегося азотированию практически не изменяется при удалении от края и составляет 8–9 ГПа, что соответствует микротвёрдости данной стали после закалки и отпуска.

Диффузия азота в глубину стали при ионном азотировании интенсифицируется за счёт трёх процессов: активации газовой фазы, увеличения степени адсорбции и коэффициента диффузии. Положительные ионы азота в электростатическом поле тлеющего разряда приобретают скорость, направленную по нормали к поверхности детали. Энергия иона в 3000 раз превосходит его энергию при печном азотировании. В приповерхностном слое толщиной до 50 мкм происходят сложные физико-химиче-

ские процессы, приводящие к повышению плотности дислокаций.

Для образца, азотированного при выдержке 4 ч, микротвёрдость увеличивается вблизи поверхности до 10–11 ГПа, а глубина азотированного слоя, имеющего микротвёрдость 9–10 ГПа, составляет 20–40 мкм, скорость диффузии азота составляет около 5 мкм/ч. Снижение микротвёрдости происходит плавно, что свидетельствует о незначительной диффузии атомов азота на глубину нескольких десятков микрометров.

Низкую твёрдость поверхности при ионном азотировании в течение 4 ч можно объяснить незначительной скоростью образования нитридов в напряжённом приповерхностном слое стали, полученном при закалке. Несмотря на то, что по литературным данным [8], формирование слоя при ионном азотировании завершается за короткое время, высокая дефектность поверхности может препятствовать проникновению азота вглубь образца и образованию нитридной фазы.

При азотировании в течение 8 часов наблюдается увеличение микротвёрдости практически в два раза (до 14–15 ГПа) на глубине до 20 мкм от поверхности и более резкий её спад вглубь образца. Глубина азотированного слоя (с микротвёрдостью 8–10 ГПа) составляет 60–80 мкм, что говорит об увеличении скорости диффузии азота до 10 мкм/ч. При данной продолжительности выдержки, вероятно, происходит отпуск поверхностного слоя, что приводит к увеличению скорости диффузии азота вглубь образца и образованию твёрдой ϵ -фазы (Fe_xN) т. е. нитрида переменного состава с гексагональной плотноупакованной решёткой металлических атомов [9,10]. Её образование подтверждается РФА: Качественный анализ показал наличие трёх основных фаз Fe_4N — 55%; Fe_3N — 35%; Fe ОЦК — 10%.

В результате 8-ми часового азотирования произошло уменьшение легирующих элементов в результате их испарения.

Для образца, азотированного при выдержке 16 ч, микротвёрдость увеличивается вблизи поверхности до 16–17

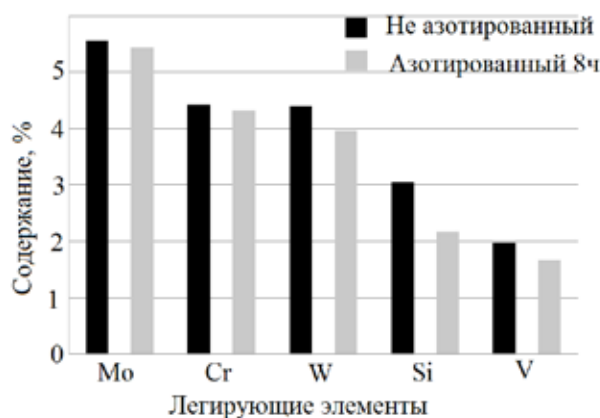


Рис. 1. Изменение содержания легирующих элементов начального образца и при 8 ч азотирования

ГПа, а глубина азотированного слоя, имеющего микротвёрдость 9–12 ГПа, составляет 200–250 мкм, что говорит об увеличении скорости диффузии азота до 15 мкм/ч.

В результате азотирования происходит уменьшение параметра ОЦК решётки железа с 2.8772 до 2.8753 Å.

Скорость диффузии возрастает прямо пропорционально логарифму времени азотирования (рисунок 2).

На травленных шлифах видно, что азотированный слой отличается по цвету от неазотированного материала, вследствие того, что травление азотированного слоя происходит активнее чем травление неазотированной части материала. Таким образом, образование фаз, содержащих нитриды, снижает коррозионную стойкость материала.

Микрофотография шлифа азотированного в течение 8 ч образца Р6М5 с нанесёнными отпечатками.

Вывод: В данной работе приведена оценка микротвёрдости модифицированного слоя стали Р6М5, азотированной при 500 °С и различной продолжительности изотермической выдержки.

При времени азотирования 4 часа, микротвёрдость незначительно отличается от микротвёрдости неазотированного образца и составляет около 10 ГПа. Скорость диффузии азота составляет 5 мкм/ч, а глубина азотированного

слоя составляет 200–250 мкм, что говорит об увеличении скорости диффузии азота до 15 мкм/ч.

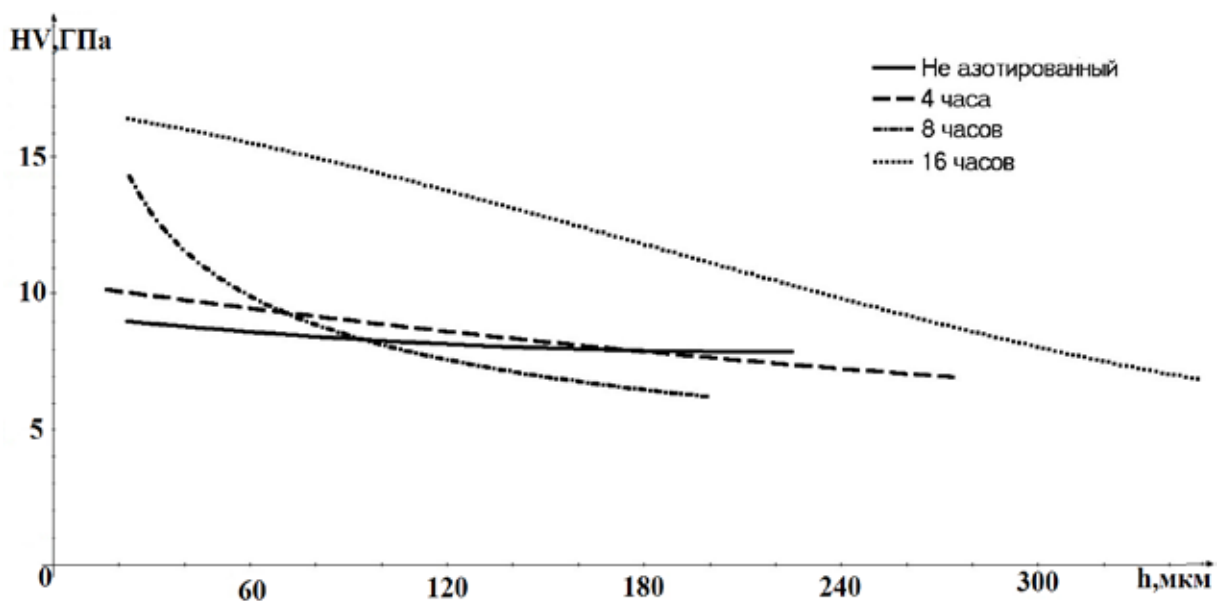


Рис. 2. Распределение микротвёрдости по сечению шлифа стали Р6М5

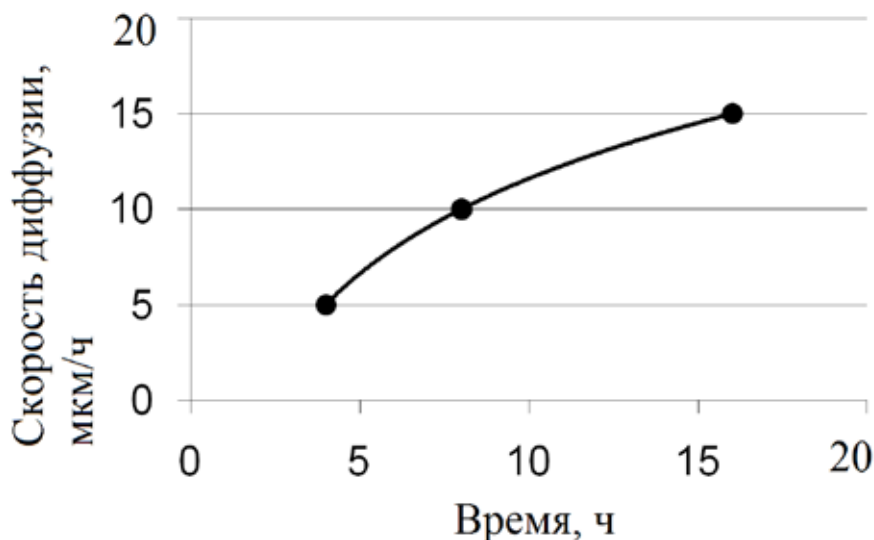


Рис. 3. Зависимость скорости азотирования от времени выдержки

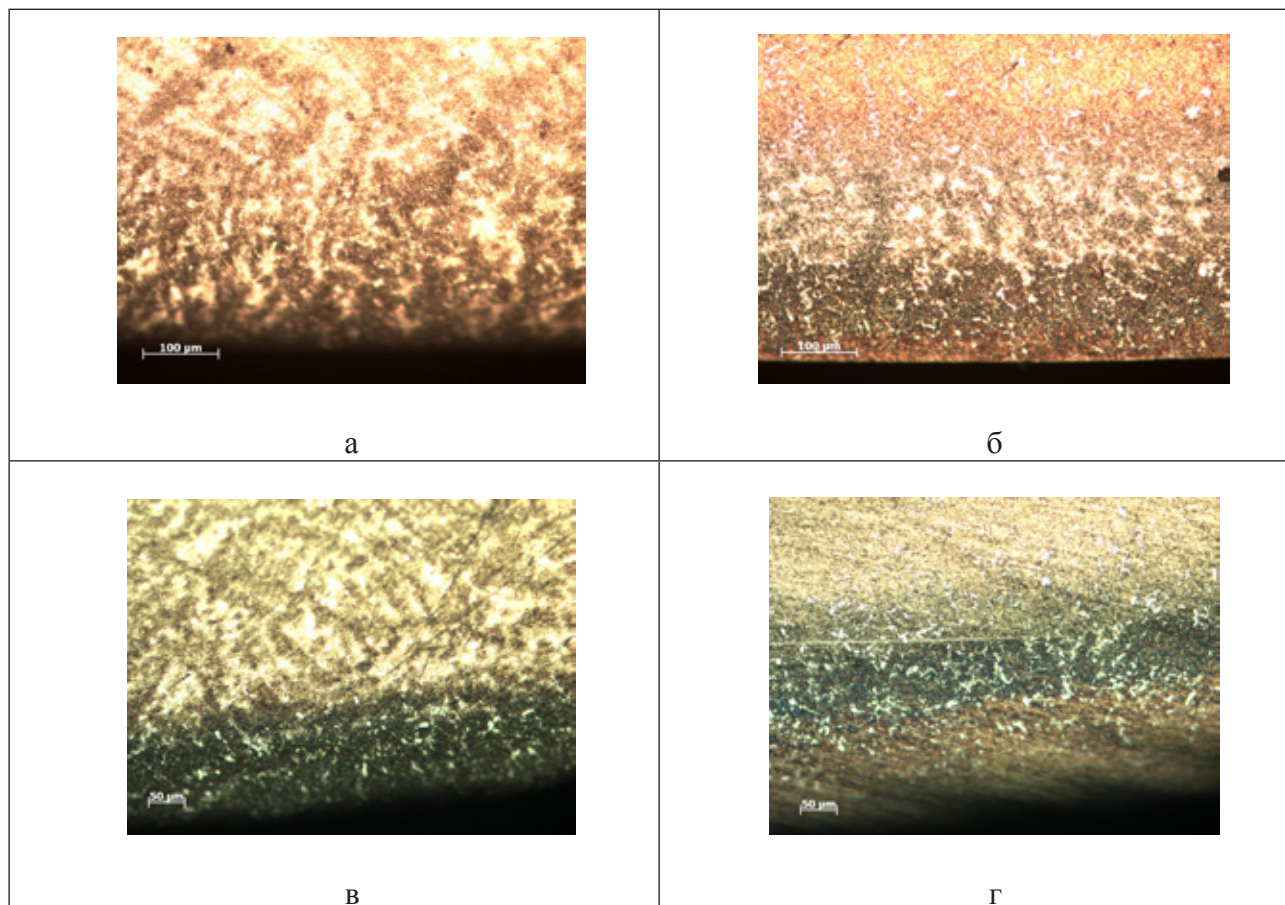


Рис. 4. Структуры образцов стали Р6М5 с различной продолжительностью азотирования (после травления, увеличение 200 крат): а) не азотированный; б) азотирование 4 ч; в) азотирование 8 ч; г) азотирование 16 ч.

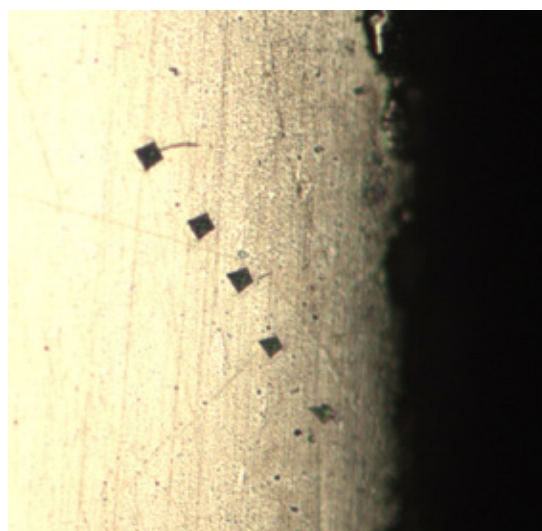


Рис. 5. Измерение микротвёрдости по ГОСТ

слоя 20–40 мкм. При 8 часах азотирования микротвёрдость приповерхностного слоя значительно увеличивается и достигает 15 ГПа, что объясняется образованием ϵ -фазы. Скорость диффузии доходит до 10 мкм/ч при глубине азотированного слоя 60–80 мкм. При 16 часах азотирования микротвёрдость достигает 17 ГПа. Скорость

диффузии равна 15 мкм/ч, а глубина азотированного слоя составила 200–250 мкм.

Азотированный слой на травленном шлифе обладает более тёмной окраской, предположительно вследствие снижения коррозионной стойкости азотированного материала.

Литература:

1. Пастух, И. М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде. — Харьков: НИЦ «ХФТИ», 2006. — 364 с.
2. Оценка глубины азотированного слоя на стали Р6М5 с использованием автоматической системы анализа микротвёрдости / О.А. Дручинина, Ю.Р. Колобов, Д.С. Вершинин, М.Ю. Смолякова / Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2009. № 6 (75).
3. Борисов, Д.П. Ионно-плазменное азотирование легированной стали с применением дугового плазмогенератора низкого давления / Металловедение и термическая обработка металлов. 2006. № 12 (618). с. 11–15.
4. Исследование влияния азотирования и высокотемпературного азотирования в тлеющем разряде с эффектом полого катода на фазовые превращения в конструкционных сталях / К.Н. Рамазанов / Машиностроение, материаловедение и термическая обработка металлов. 2010. № 1 (26). с. 100–107.
5. Лившиц, Б.Г. Металлография — Учебник для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Металлургия, 1990. — 236 с.
6. Беккерт, М., Клемм Х. Способы металлографического травления. 2-е изд, перераб. и доп. М.:Металлургия, 1988. с. 400 с ил.
7. ГОСТ 9450–76. Измерение микротвёрдости вдавливаемого алмазного наконечника.
8. Лахтин, Ю.М., Коган Я.Д. Азотирование стали. М., «Машиностроение» 1976. 256 с.
9. Ионная химико-термическая обработка сплавов / Б.Н. Арзамасов, А.Г. Братухин, Ю.С. Елисеев, Т.А. Панайоти.-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999.—400 с.
10. Фазовый состав <http://expertmeet.org/topic/17408-instrumentalnye-stali-i-splavy/>, дата обращения 01.03.2016.

Решение задач оптимального раскроя средствами MS Excel

Каюгина Светлана Михайловна, преподаватель
Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)

В статье рассматривается методика решения задачи оптимального раскроя материалов на заготовки средствами MS Excel.

Ключевые слова: математическая модель, критерий оптимальности, рациональный способ раскроя

Большинство материалов, используемых в промышленности, поступает на производство в виде стандартных форм. Непосредственное использование таких материалов, как правило, невозможно. Предварительно их разделяют на заготовки необходимых размеров. Это можно сделать, используя различные способы раскроя материала.

Задача оптимального раскроя состоит в том, чтобы выбрать один или несколько способов раскроя материала и определить, какое количество материала следует раскраивать, применяя каждый из выбранных способов. В качестве критерия выбора оптимальных способов раскроя могут быть использованы минимум отходов, минимальный расход материалов, максимум комплектов, включающих заготовки различных видов.

Задачи такого типа возникают в строительстве, машиностроении, лесной, деревообрабатывающей и лёгкой промышленности. От успешности их решения зависят экономия материалов и снижение отходов.

Рассмотрим методику решения задачи раскроя листовых материалов средствами MS Excel.

Пример. На предприятии имеются древесностружечные плиты (ДСтП) нескольких форматов, приведенные в таблице 1. Спецификация заготовок приведена в таблице 2. Требуется составить оптимальный план раскроя плит ДСтП на заготовки по критерию минимума отходов, при условии выполнения заданной спецификации заготовок.

На первом этапе решения задачи определяются рациональные способы раскроя материала. Разрабатываются

Таблица 1. Спецификация плит ДСтП

№ п/п	Формат плиты, мм ² мм	Количество плит, шт.
1	2440x1220	6000
2	1525x1525	8000

Таблица 2. Спецификация заготовок

№ п/п	Формат плиты, мм*мм	Количество заготовок на годовую программу, шт.
1	1000x600	12000
2	800x600	12000
3	600x600	18000
4	300x450	12000
5	300x300	24000

карты раскроя, представляющие собой графическое расположение заготовок на стандартном формате раскраиваемого материала.

При разработке карт раскроя требуется соблюдать следующие условия:

- максимальный выход деталей;
- минимальное количество типоразмеров деталей при раскрое одного формата любого материала;
- минимальное повторение одних и тех же деталей в разных картах раскроя;
- обеспечение минимума отходов [2, с. 49].

В нашем примере использовано шесть карт раскроя, по три для каждого размера древесностружечных плит. В таблице 3 приведён выход заготовок и площадь отходов.

На втором этапе решается задача линейного программирования для определения интенсивности использования рациональных способов раскроя.

Составим *математическую модель оптимизации*.

В качестве *неизвестных* примем X_j – количество плит раскраиваемых j -м способом.

Целевая функция (минимум отходов):

$$F = 0,577X_1 + 0,382X_2 + 0,097X_3 + 0,166X_4 + 0,586X_5 + 0,646X_6 \rightarrow \min$$

Система ограничений:

по выпуску заготовок:

$$4X_1 + 2X_5 = 12000$$

$$4X_2 + 2X_6 = 12000$$

$$8X_3 + 2X_6 = 18000$$

$$5X_2 + 6X_4 + 5X_5 = 12000$$

$$15X_4 = 24000$$

по запасам сырья:

$$X_1 + X_2 + X_3 \leq 6000$$

$$X_4 + X_5 + X_6 \leq 8000$$

по неотрицательности переменных:

$$X_1, \dots, X_6 \geq 0$$

Симплекс-метод, основанный на идеях Л.В. Канторовича, был описан и детально разработан рядом ученых из США в середине 20 века. Надстройка MS Excel «Поиск решения» (Solver) использует этот алгоритм. Именно с помощью симплекс-метода и MS Excel мы будем решать задачу оптимального раскроя [3].

Оформим в MS Excel таблицу с исходными данными и введём формулы (рис. 1):

На вкладке «Данные» нажимаем кнопку «Поиск решения». Откроется диалоговое окно «Поиск решения», в котором указываем ячейку целевой функции, её направление, изменяемые ячейки и задаём ограничения задачи (рис. 2).

Щелчком по кнопке «Параметры» заходим в диалоговое окно «Параметры поиска решения» и устанавливаем флажок «Линейная модель». Нажимаем **ОК**. Выполняем поиск решения.

На рисунке 3 показан оптимальный план раскроя. Следует раскроить древесностружечные плиты размера 2440x1220 первым способом 3000 шт., вторым способом 480 шт. и третьим способом 990 шт. Всего плит данного размера потребуется 4470 шт.

Древесностружечные плиты размера 1525x1525 следует раскроить четвертым способом 1600 шт. и шестым способом 5040 шт. Пятую карту раскроя использовать нерационально. Всего плит этого размера потребуется 6640 шт.

Полученный в оптимальном решении вариант использования карт раскроя плит обеспечит выполнение плана по выходу заготовок всех размеров. Отходы будут минимальными и составят 5531,83 м².

Таблица 3. Расчет количества заготовок

Размер заготовки	Количество заготовок, получаемых по карте раскроя, шт.					
	Плита 2440x1220			Плита 1525x1525		
	1	2	3	4	5	6
1000x600	4	-	-	-	2	-
800x600	-	4	-	-	-	2
600x600	-	-	8	-	-	2
300x450	-	5	-	6	5	-
300x300	-	-	-	15	-	-
Площадь отходов, м ²	0,577	0,382	0,097	0,166	0,586	0,646

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Способы раскроя								
2		1	2	3	4	5	6			
3	Переменные	X1	X2	X3	X4	X5	X6			
4	Значение							ЦФ		
5	Коеф. ЦФ (норма отхода)	0,577	0,382	0,097	0,166	0,586	0,646	=СУММПРОИЗВ(\$B\$4:\$G\$4;B5:G5)	min	
6		Ограничения								
7	По выходу заготовок:							Выполнение ограничения	Знак	Объем ограничения
8	1000x600	4	0	0	0	2	0	=СУММПРОИЗВ(\$B\$4:\$G\$4;B8:G8)	=	12000
9	800x600	0	4	0	0	0	2	=СУММПРОИЗВ(\$B\$4:\$G\$4;B9:G9)	=	12000
10	600x600	0	0	8	0	0	2	=СУММПРОИЗВ(\$B\$4:\$G\$4;B10:G10)	=	18000
11	300x450	0	5	0	6	5	0	=СУММПРОИЗВ(\$B\$4:\$G\$4;B11:G11)	=	12000
12	300x300	0	0	0	15	0	0	=СУММПРОИЗВ(\$B\$4:\$G\$4;B12:G12)	=	24000
13	По наличию сырья:									
14	2440x1220	1	1	1				=СУММПРОИЗВ(\$B\$4:\$G\$4;B14:G14)	<=	6000
15	1525x1525				1	1	1	=СУММПРОИЗВ(\$B\$4:\$G\$4;B15:G15)	<=	8000

Рис. 1. Оформление таблицы с исходными данными в MS Excel

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной: максимальному значению значению:

минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

Рис. 2. Диалоговое окно «Поиск решения»

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Способы раскроя								
2		1	2	3	4	5	6			
3	Переменные	X1	X2	X3	X4	X5	X6			
4	Значение	3000	480	990	1600	0	5040	ЦФ		
5	Коеф. ЦФ (норма отхода)	0,577	0,382	0,097	0,166	0,586	0,646	5531,83	min	
6		Ограничения								
7	По выходу заготовок:							Выполнение ограничения	Знак	Объем ограничения
8	1000x600	4	0	0	0	2	0	12000	=	12000
9	800x600	0	4	0	0	0	2	12000	=	12000
10	600x600	0	0	8	0	0	2	18000	=	18000
11	300x450	0	5	0	6	5	0	12000	=	12000
12	300x300	0	0	0	15	0	0	24000	=	24000
13	По наличию сырья:									
14	2440x1220	1	1	1				4470	<=	6000
15	1525x1525				1	1	1	6640	<=	8000

Рис. 3. Результат решения

Литература:

1. Пижурин, А. А. Основы моделирования и оптимизации процессов деревообработки / А. А. Пижурин. — М.: Лесная промышленность, 2004.
2. Яцун, И. В., Чернышев О. Н. Моделирование и оптимизация процессов деревообработки. Часть 1. — Екатеринбург: Редакционно-издательский отдел УГЛТУ, 2011.
3. Линейный раскрой в Excel [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://al-vo.ru/spravochnik-excel/linejnij-raskroj-v-excel.html>

Технологии холодильного консервирования и посола мяса в тушах

Колбасина Алена Владимировна, магистрант

Костанайский государственный университет имени Ахмета Байтурсынова (Казахстан)

В настоящий момент большое внимание уделяется вопросам здорового питания жителей Казахстана. Питание является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье населения. В структуре питания большая популярность принадлежит мясу и мясопродуктам. Данное направление предусматривает комплексное решение проблемы физиологии питания и проблемы экономической эффективности производства пищевых продуктов [1].

У жителей в рационе наблюдается дефицит белковых продуктов питания. Это связано с ростом цен на мясо. **Белок** — незаменимый компонент питания, так как является строительным материалом, из которого состоят клетки и ткани нашего организма. Дефицит белка уменьшает устойчивость организма к инфекциям, так как снижается уровень образования антител. Нарушается синтез лизоцима и интерферона, из-за чего обостряется течение воспалительных процессов. Кроме того, белковая недостаточность часто сопровождается авитаминозом В12, А, Д, К, что отрицательно влияет на состояние здоровья. Основным источником полноценного белка животного происхождения для организма человека является мясо и поэтому мясо относится к важнейшим продуктам питания. Наибольшим спросом у населения пользуются охлажденное мясо. В рамках продовольственной программы предусмотрено решение ряда научно-технических проблем направленных на широкое и рациональное использование искусственного холода. Интенсификация темпов роста и повышение качества выпускаемой продукции в мясной промышленности неразрывно связано с созданием надлежащих, научно-обоснованных режимов и способов холодильной обработки, рассчитанных на длительное хранение мяса с высокими питательными и технологическими свойствами в охлажденном состоянии. Охлаждение мяса, хранение его являются наиболее совершенным методом консервирования. Охлаждение задерживает ферментативные и микробиологические процессы в мясе и субпродуктах. В период массового убоя скота в торговлю поступает и остывшее мясо, но оно менее пригодно для кулинарной обработки,

чем охлажденное. Использование охлажденного мяса значительно сокращает технологические потери, сопряженные с процессами замораживания и размораживания, повышает пищевую и биологическую ценность готовой продукции, снижает риски, связанные с микробиологическими и окислительными факторами. Охлаждение мяса осуществляется в специальных камерах до температуры в толще мышц животных 0–4 °С. На хранение охлажденное мясо размещают в подвешенном состоянии, расстояние между тушами 2–3 см. Допустимые сроки хранения с учетом транспортирования при таком режиме: для говядины — до 16 суток, баранины и свинины — до 12 суток. Разрешается хранить мясо в подмороженном (переохлажденном) состоянии при температуре — 2... — 3° С до 20 суток. Правильно охлажденное мясо имеет корочку подсыхания, цвет охлажденной говядины ярко-красный, свинины — бледно-розовый, а баранины — темно-красный. Баранина и говядина имеют специфический запах, свинина без запаха. Срок хранения охлажденного мяса в тушах в торговой сети при температуре 0°С до 3 суток. Упаковка охлажденного мяса (в основном сортовых отрубов) под вакуумом в полиэтиленовую пленку удлиняет сроки хранения и сокращает потери массы от усушки при хранении в 3–5 раз. Этот срок недостаточен для организации перевозок охлажденного мяса из сырьевых зон в промышленные центры, его хранения на распределительных холодильниках и в торговой сети, создания необходимых товарных запасов. Разработка способов хранения охлажденного мяса имеет важное народно-хозяйственное значение. Для удлинения сроков хранения мяса в охлажденном состоянии разработаны методы его хранения в атмосфере углекислого газа, озона, азота, с применением пленкообразующих веществ, антибиотиков, ультрафиолетовых лучей, радиационного облучения. Однако они пока не получили широкого применения. Широко применяется консервирование охлажденного мяса в посоле.

Цель: разработка теоретических основ технологии холодильного консервирования мяса, с применением посола.

Гипотеза: если разработать технологию холодильного консервирования мяса, с применением посола, то это приведет к удлинению сроков хранения мяса.

Объект: мясо (говядина) — как источник полноценного белка.

Предмет: технология холодильного консервирования мяса, с применением посола.

Задачи:

— исследовать факторы, влияющие на характер изменений в мясе при охлаждении;

— исследовать пищевую и биологическую ценности соленого мяса в процессе холодильной обработки и хранения;

— изучить особенности действия посола и послеубойного охлаждения на технологические свойства мяса;

— изучить влияния условий охлаждения и посола на изменение органолептических, бактериологических и химических показателей качества мяса;

— выявить влияние посола, совмещенного с охлаждением, на аромата-образование;

— установить направленность в изменении ароматических и вкусовых компонентов при холодильной обработке и хранении соленого мяса;

— исследование влияния посола и послеубойного охлаждения на качество говядины;

— разработать технологические схемы производства соленого мяса в тушах, определить режим холодильной обработки с целью увеличения продолжительности хранения и выработки из него мясопродуктов на любой стадии автолиза.

Увеличение производства мяса в стране требует не только интенсификации работы мясоводческих совхозов, ТОО, а также изыскания дополнительных источников высококачественного животного белка. В этом отно-

шении определенный интерес представляет говяжье мясо. Большую часть говяжьих туш, особенно высших категорий, продают в той или иной форме в виде свежего мяса. Сохранение мяса и мясопродуктов в охлажденном состоянии удлинение сроков его хранения для бесперебойного обеспечения населения высококачественными продуктами питания является важной народнохозяйственной проблемой, осуществление которой будет способствовать решению главной экономической задачи текущего десятилетия. Рассматриваемая проблема представляет большой интерес и ею интенсивно занимаются ведущие научно-исследовательские организации, как в Казахстане, так и за рубежом. Однако при длительном хранении охлажденного мяса или нарушениях температурного режима, в нем могут развиваться нежелательные изменения: загар, потемнение, ослизнение, рост плесеней, гниение. При охлаждении неизбежно происходит потеря массы (усушка), за счет испарения влаги. Усушка может составлять от 1,4% до 3,02%, в зависимости от видовой принадлежности и категории упитанности туш. Поэтому мы рекомендуем проводить посол говядины.

Отдельные отрубы говядины низших категорий имеют пониженные вкусовые качества по сравнению с отрубями туш высшей категории хорошо упитанных животных. Поэтому этим отрубам часто придают улучшенные вкусовые качества и лучший товарный вид с помощью посола, а иногда и последующего копчения. Иногда посол является средством консервирования для длительного хранения отрубов до увеличения спроса. Кроме того, в некоторые сезоны наибольшим спросом пользуются определенные отрубы. В это время можно производить разруб туш с целью продажи этих отрубов, а остальные, не пользующиеся таким спросом отрубы выгодно подвергать посолу.

Литература:

1. Брызгалина, С. Организационно-экономические факторы повышения эффективности производства мяса крупного рогатого скота / С. Брызгалина // Международный сельскохозяйственный журнал. — 2008. — № 6. — с. 57–58.
2. Донцова, Н. Т. Качественные и безопасные продукты — основа здорового питания / Н. Т. Донцова, А. М. Сивачева, Т. П. Ниценко // Мясная индустрия. — 2009. — № 2. — с. 20–23.
3. Костенко, Ю. Г. Производственный контроль — основа получения высококачественной и безопасной мясной продукции / Ю. Г. Костенко, О. А. Матвеев // Мясная индустрия. — 2009. — № 6. — с. 23–24.
4. Милковски, Э. Л. Увеличение сроков годности мясных продуктов / Эндрю Л. Милковски, Мурман Ваутер // Мясная индустрия. — 2008. — № 3. — с. 56–58.
5. Неклюдов, А. Д. Консервирование мяса и мясных продуктов / А. Д. Неклюдов, А. Н. Иванкин // Мясная индустрия. — 2008. — № 3. — с. 70–73.

Анализ особенностей типовых конструкций полевых транзисторов с изолированным затвором

Кондратюк Алексей Владимирович, специалист
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

В данной работе представлен аналитический обзор полевых транзисторов. Рассмотрены области их применения. Особое внимание в статье уделяется рассмотрению типовых структур полевых транзисторов и их основным характеристикам. На основе проведенного исследования формулируются основные перспективы развития полевых транзисторов в России.

Ключевые слова: полевой транзистор, топология, интегральная структура

Analysis of features of typical structures of field effect transistors with insulated gate

Kondratuk Alexey Vladimirovich
Bauman Moscow State Technical University

This paper presents an analytical review of field-effect transistors. We consider their application. Special attention is given to consideration of the typical structures of field-effect transistors and their basic characteristics. On the basis of research with the main prospects for the development of field-effect transistors in Russia.

Keywords: field-effect transistor, topology, integrated structure

Актуальность работы обусловлена тенденциями развития рынка производства вспомогательных микросхем с проектными нормами 90 нм [1]. Усовершенствование характеристик и технологий производства, непрерывное повышение требований к качеству и надежности, позволяет создавать конкурентоспособную на мировом рынке элементную базу полевых транзисторов, которые в свою очередь по своим характеристикам, а именно наносекундной скорости переключения, высокими рабочими напряжениями и температурами, большими токами и значительной мощностью, превосходят биполярные транзисторы [2, 3].

Полевые транзисторы — это полупроводниковый прибор, работа которого основана на управлении электрическим сопротивлением токопроводящего канала поперечным электрическим полем, создаваемым приложенным к затвору напряжением. По физической структуре и механизму работы полевые транзисторы (ПТ) делят на две группы: с управляющим р-п переходом и с изолированным затвором, о которых дальше будет идти речь [2].

Особенностями применения ПТ являются: мгновенная скорость переключения, и почти полное отсутствие потребления тока в статическом режиме.

Полевые транзисторы, из-за ряда своих характеристик, широко используются в силовой электронике. Они позволяют управлять большими токами и при малой мощности управления обеспечить высокую скорость переключения, что делает их почти «идеальными переключателями».

Большое количество разнообразных структур и технологических решений позволило расширить диапазон применения ПТ в цепях питания от низковольтных устройств до высоковольтных. Низковольтные ПТ, рассчитанные на напряжения до 30 В, массово используются в цепях питания ноутбуков, планшетов, принтеров, персональных компьютеров, серверов, в электроинструментах с питанием от аккумуляторных батарей [2, 4].

Основные области применения полевых транзисторов среднего напряжения (40...300 В) во многом пересекаются с низковольтными, но при повышенных уровнях мощности и напряжения на оборудовании [2]. Для работы в разнообразной аппаратуре с питанием от сети переменного тока 110 В или 230 В в сетевых источниках электропитания, светотехнике, бытовой и промышленной технике используются ПТ с допустимыми напряжениями от 500 В и выше [5–7].

Однако, до сих пор остаются нерешенными проблемы — кремниевые полевые транзисторы почти достигли предела своих возможностей, в связи с этим толчок получили такие направления: разработка новых моделей корпусов и модулей, применение альтернативных материалов подложки. В статье приведены данные по сравнению разного типа корпусов, которые позволили увеличить показатели полевых транзисторов, и данные по сравнению характеристик полевых транзисторов, изготовленных на подложке из альтернативных материалов

Цель работы — провести аналитический обзор ПТ, рассмотреть их типовые структуры и их основные харак-

теристики, дать рекомендации по направлениям развития элементной базы на основе полевых транзисторов.

В работе при помощи метода сравнения основных характеристик и технологических особенностей обозначены ключевые преимущества и недостатки базовых структур полевых транзисторов. Проанализированы основные особенности структур полевых транзисторов и области их применения.

Использование полевых транзисторов значительно облегчает решение задач, связанных с питанием электронных устройств, увеличением производительности и эффективности.

1. Анализ основных структур полевых транзисторов с изолированным затвором

1.1 Классическая структура MOSFET транзистора

Полевой транзистор, у которого затвор отделен от канала тонким слоем диэлектрика, получил сокращенное название — MOSFET — (от слов «металл — окисел — полупроводник — транзистор — управляемый — электрическим полем», англ. Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistors), в русскоязычной литературе встречается как МОП-транзистор (от слов «металл — окисел — полупроводник»). Подразделяются такие транзисторы на две категории: с индуцированным и с встроенным каналом.

Классическая структура МОП — транзистора с индуцированным каналом n — типа представлена на рисунке 1 [2].

Подложка выполнена из полупроводника p — типа, т. е. легирована акцепторной примесью и потому обладает дырочной проводимостью. Области стока и истока сильно обогащены донорной примесью (электронная проводи-

мость) и имеют обозначение $n+$. Затвор изолируется от подложки слоем оксида кремния (SiO_2).

Если на область затвора подать положительный потенциал, то между выводом затвора и подложкой образуется поперечное электрическое поле, которое, в свою очередь, будет притягивать отрицательно заряженные свободные электроны из подложки к приповерхностному слою. После того как в приповерхностном слое накопится достаточно электронов, образуется так называемый канал, который проводит электрический ток. Если снять управляющее напряжение с затвора, то проводящий канал исчезает и транзистор закрывается.

Полевой транзистор с индуцированным каналом отличается от полевого транзистора со встроенным каналом тем, что он открывается только при определенном значении напряжении на затворе, называемым пороговым напряжением. Полевой транзистор со встроенным каналом открывается уже при « $U = 0$ » и при дальнейшем увеличении этого значения переходит в режим обогащения, при этом ток стока увеличивается.

1.2 История развития МОП-транзисторов

Первые образцы полевых транзисторов были мало мощными. Рассеиваемая мощность 100–150 Вт, рабочие токи — 10–20 мА, максимальное напряжение на стоке 15 В — 20 В, время переключения исчислялось долями микросекунд. Прошло немало времени, прежде чем параметры полевого транзистора позволили использовать его в высоконагруженных цепях.

Первым серийным мощным МОП-транзистором можно считать советский КП901 [10]. Он имел ток стока до 2 А и максимальное напряжение 65 В. Доработанный впоследствии КП902 имел время переключения около 1 нс, а самый мощный из этой серии КП904 обладал рассе-

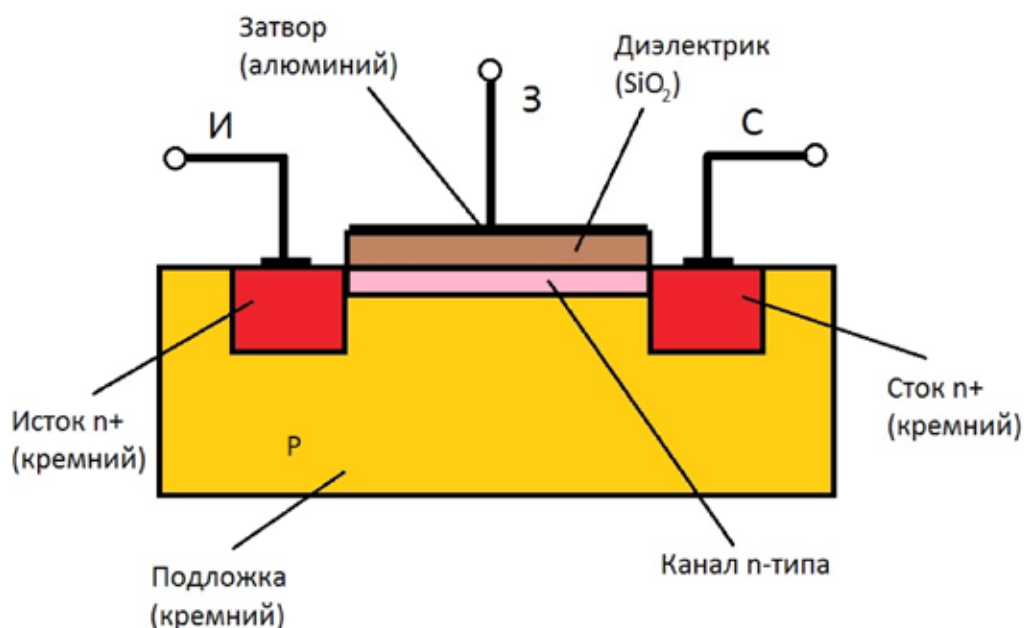


Рис. 1. MOSFET транзистор с индуцированным каналом n -типа

иваемой мощностью 75 Вт, током стока до 7,5 А, и отдаваемую на частоте 60 МГц мощность до 50Вт. Струк-

тура первых мощных советских МОП — транзисторов представлена на рисунке 2

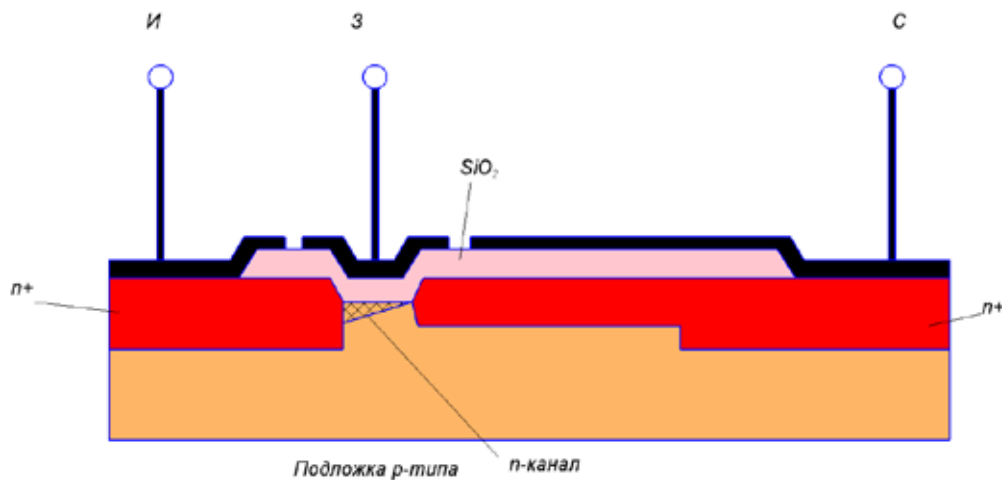


Рис. 2. Структура первых мощных советских МОП-транзисторов

В 70–80 годах прошлого столетия было проведено немало экспериментов со структурой МОП-транзисторов. На основе результатов таких экспериментов были разработаны транзисторы с V-образной структурой, представленной на рисунке 3. Пропускная способность канала в

таком МОП-транзисторе определялась не длиной, а его шириной. Такая структура создавалась методом анизотропного травления. Минусом этой структуры является то, что электрическое поле локализовалось под канавкой, а это приводит к снижению максимальных рабочих напряжений.

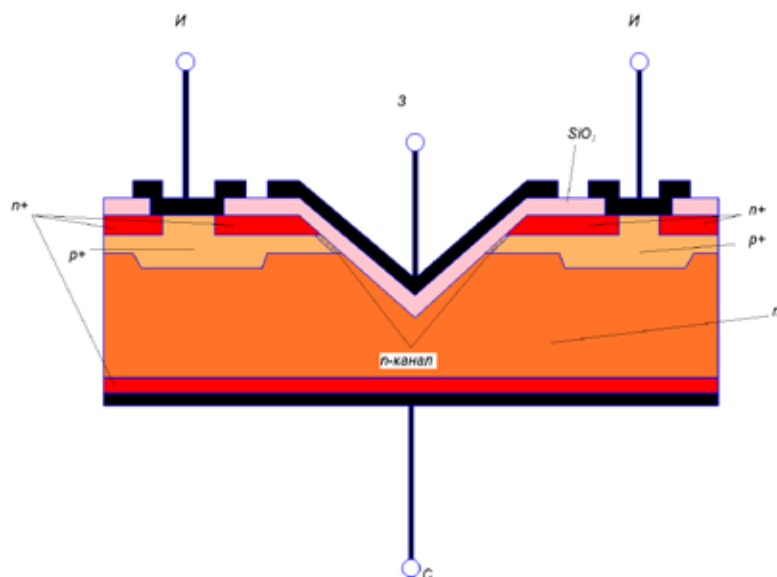


Рис. 3. МДП — транзистор с V — образной структурой

Развитием данной технологии вызвало появление МОП-транзисторов с U-образной канавкой. Это снизило локализацию поля. Металлизация сверху и снизу улучшила теплоотвод и снизила сопротивление затвора.

Дальнейшие эксперименты со структурами МОП-транзисторов привели к появлению SIMPOS — транзисторов, структура которых показана на рисунке 4 ([\[www.diagram.com.ua/list/elektriku/elektriku288.shtml\]\(http://www.diagram.com.ua/list/elektriku/elektriku288.shtml\)\), \(разработанные фирмой Siemens \(\[www.siemens.com\]\(http://www.siemens.com\)\)\).](http://www.dia-</p>
</div>
<div data-bbox=)

Фирмой International Rectifier разработан МОП-транзистор с гексагональной структурой ячейки — HEXFET, эта технология стала самой популярной технологией производства, рисунок 5 (<http://www.diagram.com.ua/list/elektriku/elektriku288.shtml>).

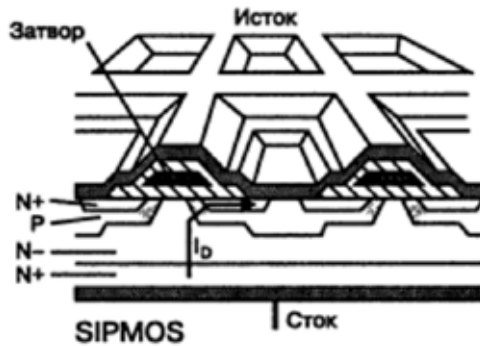


Рис. 4. Структура SIMPOS-транзистора фирмы Siemens

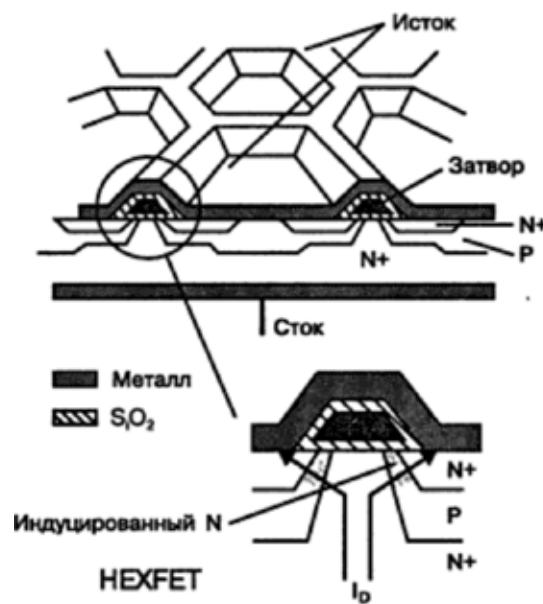


Рис. 5. Структура HEXFET-транзистора

Сплошная металлизация с двух сторон увеличивает емкость и заметно снижает время переключения, однако при этом позволяет уменьшить сопротивление стока — истока и позволяет получать большие токи стока.

2. Конструктивный анализ современных MOSFET-транзисторов

Важным элементом MOSFET транзисторов является корпус. Оптимальное сочетание кристалла и корпуса обеспечивает создание по-настоящему эффективного устройства [8]. Большое внимание этому уделяет компания IR. Технологичным прорывом стала технология DirectFET, обеспечивающая двусторонний отвод тепла. Прямой контакт кристалла, платы и корпуса обеспечивает низкое тепловое и электрическое сопротивление корпуса, высокие показатели по компактности изделия. МОП-транзистор изображен на рисунке 6.

Корпуса марки S0—8 менее эффективны, чем DirectFET, но они позволяют размещать одновременно два мощных транзистора и диода, а теплоотвод уменьшать путем подключения стока и истока одновременно к трем выводам, рисунок 7. (<http://www.compel.ru/lib/ne/2009/12/5-novoe-pokolenie-nizkovoltnyih-mosfet-tranzistorov-v-korpusah-so-8-pqfn-i-directfet>)

Корпуса для плотного монтажа PQFN за счет клипсы обладают меньшим тепловым сопротивлением, чем SO-8, но большим чем у DirectFET, рисунок 8 (<http://www.compel.ru/lib/ne/2009/12/5-novoe-pokolenie-nizkovoltnyih-mosfet-tranzistorov-v-korpusah-so-8-pqfn-i-directfet>).

Из выше перечисленного получается следующая зависимость сложности монтажа от тепловых характеристик, рисунок 9 (<http://www.compel.ru/lib/ne/2009/12/5-novoe-pokolenie-nizkovoltnyih-mosfet-tranzistorov-v-korpusah-so-8-pqfn-i-directfet>).

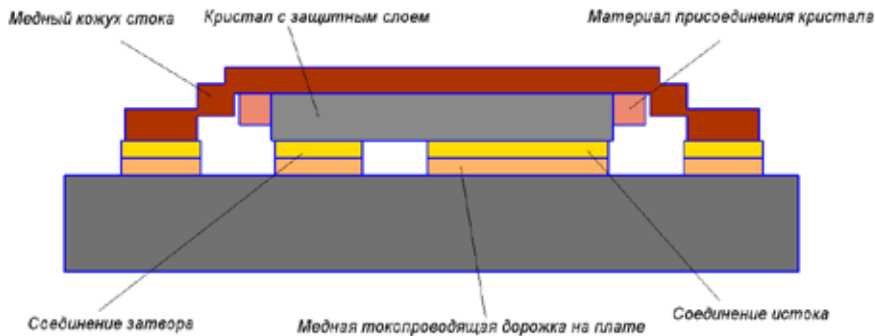


Рис. 6. МОП-транзистор, изготовленный по технологии DirectFET

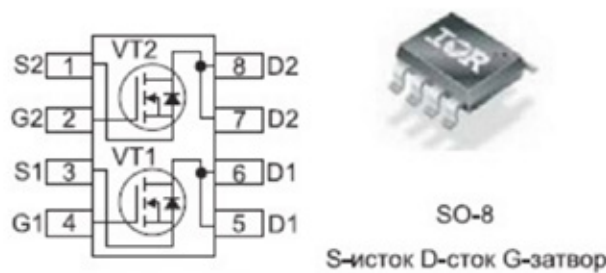


Рис. 7. Транзистор в корпусе SO-8

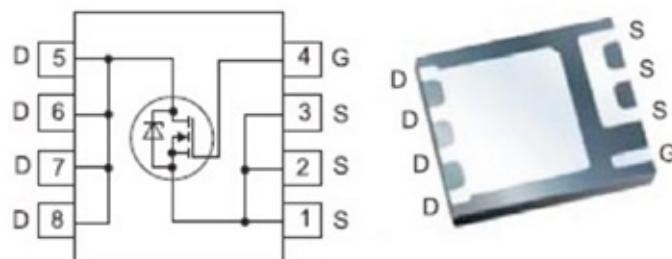


Рис. 8. Транзистор в корпусе PQFN

Данные типы корпусов позволяют создавать полевые транзисторы под разные задачи, от низковольтных до высоковольтных. Перспективные серии устройств с высоким КПД FastIRFET, и помехоустойчивостью StrongIRFET, выполнены именно в этих корпусах.

3. Анализ основных направлений развития полевых транзисторов с использованием альтернативных полупроводниковых материалов

В связи с тем, что MOSFET транзисторы потенциально достигают предела своих возможностей, их развитие частично перешло на усовершенствование корпусов, перечисленных выше, и эксперименты с компоновкой. Многие считают, что развитие технологий с применением новых полупроводниковых материалов с шириной запрещенной зоны шире, чем у кремния и от-

носительно большей подвижностью заряда, является основным.

Ученые GE (www.ge.com/ru) развивают технологии по использованию карбида кремния. GE планирует использовать новый завод для производства микросхем, которые будут установлены на оборудовании компании — от насосов для перекачки нефти и газа до МРТ-сканеров. Мерфелд и Стеванович считают (<http://gereports.ru/post/126512633745/tehnologija-izgotovlenija-mikroshem>), что эта технология позволит повысить эффективность поездов, самолетов и автомобилей на 10%, снизить энергопотребление центров обработки данных на 5% и повысить эффективность ветровых и солнечных электростанций более чем на 1%. Структура ПТ на основе карбида кремния изображена на рисунке 10.

Пробой у таких транзисторов происходит при напряженности на порядок выше, чем у классических полевых

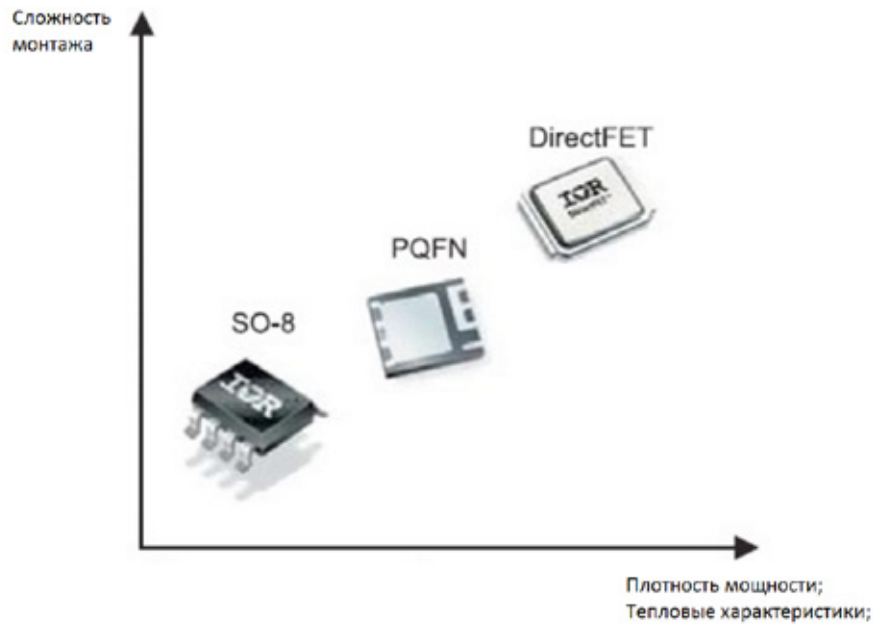


Рис. 9. Зависимость сложности монтажа различных корпусов от тепловых характеристик

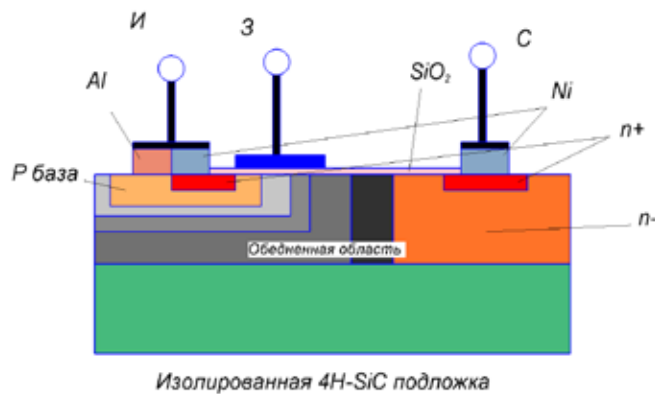


Рис. 10. Структура транзистора на основе карбида кремния

транзисторов, выполненных на кремниевой подложке. Удельное напряжение по разным оценкам примерно в 400 раз меньше, что позволяет получать транзисторы с малым сопротивлением сток — исток в открытом состоянии. Опытные приборы, изготовленные по технологии LDMOS, позволяют получать напряжение на стоке до 10кВ. Пуск данного типа устройств в серийное производство — задача будущего. Альтернативным решением применения карбида кремния является использование нитрида галлия. Полевые транзисторы, изготовленные с использованием нитрида галлия не уступает по характеристикам полевым транзисторам, изготовленных из карбида кремния.

Классификация областей применения в виде mind map представлена на рисунке 11.

Основными областями применения полевых транзисторов с применением альтернативных полупроводниковых материалов должны стать системы, где эффективность, и

энергоэффективность является главным, критическим параметром, например: солнечные батареи, ветряные электростанции, автомобили, поезда, самолеты, а также системы, где снижение энергопотребления является главной задачей, а именно: центры обработки данных и т. д.

4. Сравнение характеристик полевых транзисторов, изготовленных на кремниевой подложке и изготовленных с применением альтернативных полупроводниковых материалов.

Приведем сравнение по некоторым показателям арсенид-галлиевого ПТ с традиционным ПТ, выполненным с использованием кремния.

ПТ с применением альтернативных полупроводниковых материалов значительно превосходят характеристики своих кремниевых аналогов. У этих устройств име-

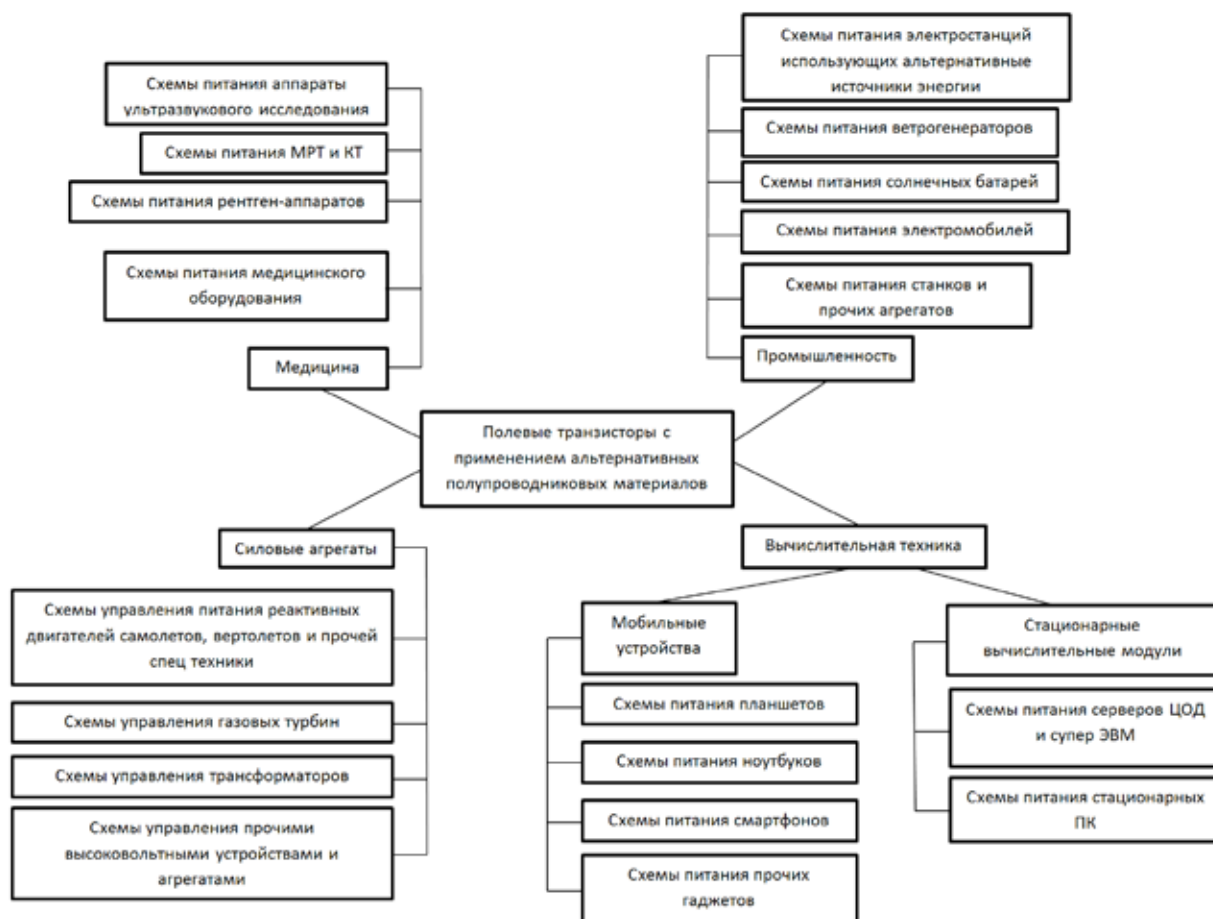


Рис. 11. Классификация областей ПТ с использованием альтернативных полупроводниковых технологий

Таблица 1. Сравнение характеристик ПТ

Полевые транзисторы, изготовленные на подложке с использованием кремния	Полевые транзисторы, изготовленные с применением арсенида галлия
Сопrotивление открытого канала при напряжении пробоя 200В	
7мОм/см ²	0.7мОм/см ²
Показатель $R_{ds(on)} \times Q_g FOM$, мОм х нКл	
30 мОм х нКл	5 мОм х нКл
Размер площадки, которую занимает устройство, частота работы, при токе нагрузки 10 А	
15 x 15 мм, 1 МГц	7 x 9 мм, 5 МГц
КПД % при токе нагрузки 10 А	
88%	91%

ется огромный потенциал, равносильный тому потенциалу, который был у классических ПТ в 80е-90е годы прошлого столетия. Однако имеется еще большой спектр задач, связанный с производством таких структур. Технологический процесс изготовления ПТ на основе карбида кремния насчитывает около 300 операций, откуда следует вывод о том, что дороговизна и сложность технологического процесса изготовления является главным препятствием массового использования данного типа устройств в современном приборостроении.

Заключение

В связи с тем, что близок потенциальный порог характеристик полевых транзисторов, изготовленных с применением Si, будущее остается за применением новых технологий с использованием альтернативных полупроводниковых материалов, которые позволяют создавать полевые транзисторы с характеристиками, намного превосходящими характеристики классических ПТ. Основной задачей, на которую состоит сделать акцент, является за-

дача удешевления производства, уменьшение процента брака, а именно: обработка технологического процесса изготовления современных полевых транзисторов с применением альтернативных полупроводниковых материалов.

В данной статье был проведен краткий обзор информации о классической структуре полевого транзистора,

определены его основные элементы и функциональные возможности. Была рассмотрена история развития данных полупроводниковых приборов и основные технологические решения, применяемые для их изготовления. Также были приведены перспективные направления разработки представленных полупроводниковых приборов.

Литература:

1. Аверьянихин, А. Е., Власов А. И., Журавлева Л. В. и др. Интегрированная система мониторинга национальной нанотехнологической сети. Сборник аналитических материалов — Москва, РНЦ «Курчатовский институт». 2011. Том 2. 111 с.
2. Макаrchук, В. В., Родионов И. А. Проектирование электронной элементной базы наносистем — Москва. Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2011. Сер. Библиотека «Наноинженерия». Том 5. 156 с.
3. Варламов, П. И., Елсуков К. А., Макаrchук В. В. Технологические процессы в наноинженерии — Москва, Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2011. Сер. Библиотека «Наноинженерия». Том 2. 175 с.
4. Дронов, Н. Н., Макаrchук В. В., Макушина Н. В. Технологические процессы микроэлектроники — Москва, Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2016. 24 с.
5. Amirkhanov, A. V., Stolyarov A. A., Gladkykh A. A., Makarchuk V. V., Shakhnov V. A. A modifying algorithm of the topological VLSI layer by dummy filling features based on modeling the chemical-mechanical planarization // Russian Microelectronics. 2014. Т. 43. № 1. с. 72–79.
6. Глушко, А. А., Родионов И. А., Макаrchук В. В. Моделирование технологии изготовления субмикронных КМОП СБИС с помощью систем TCAD // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2007. № 4 (70). с. 32–34.
7. Макаrchук, В. В. Проектирование топологии биполярного планарно-эпитаксиального транзистора — Москва, Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2005. 20 с.
8. Амирханов, А. В., Гладких А. А., Глушко А. А., Макаrchук В. В., Новоселов А. С., Родионов И. А., Шахнов В. А. Разработка парадигмы проектирования СБИС с учетом результатов конструкторско-технологического моделирования // Датчики и системы. 2013. № 9 (172). с. 38–51.
9. Константин Староверов Новое поколение низковольтных MOSFET-транзисторов в корпусах SO-8, PQFN и DirectFET. Электронный ресурс. URL: <http://www.compel.ru/lib/ne/2009/12/5-novoe-pokolenie-nizkovoltnyih-mosfet-tranzistorov-v-korpusah-so-8-pqfn-i-directfet>. Дата обращения: 31.10.2016
10. Дьяконов Владимир Мощные полевые транзисторы: история, развитие и перспективы. Аналитический обзор. Электронный ресурс. URL: http://www.power-e.ru/2011_3_18.php 20.10.2016. Дата обращения: 20.10.2016
11. Силовые полупроводниковые приборы. Силовые mosfet транзисторы. Бесплатная техническая библиотека. Электронный ресурс. URL: <http://www.diagram.com.ua/list/elektriku/elektriku288.shtml>. Дата обращения: 31.10.2016

Анализ систем мониторинга вычислительных сетей

Коноваленко Сергей Александрович, адъюнкт;
Королев Игорь Дмитриевич, доктор технических наук, профессор
Краснодарское высшее военное училище имени С. М. Штеменко

В статье рассматриваются основные принципы построения и функционирования систем мониторинга вычислительных сетей, посредством которых осуществляется выявление уязвимостей контролируемых информационно-коммуникационных систем. Выделены основные преимущества и недостатки систем мониторинга, которые позволяют специалисту повысить эффективность своей работы на этапе реализации и эксплуатации контролируемых информационных систем.

Ключевые слова: системы мониторинга, информационные системы, уязвимости

Оценка степени защищенности информационных систем (далее по тексту — ИС) является одним из основных направлений деятельности специалиста, зани-

мающегося обеспечением безопасности информации. В настоящее время различные компании и организации предлагают расширенный перечень специальных средств

(например, средства анализа защищенности ИС (далее по тексту — САЗ ИС), системы мониторинга ИС (далее по тексту — СМ ИС)), помогающих специалисту в оценке защищенности контролируемых ИС.

Наряду с тем, что САЗ и СМ выполняют одинаковую задачу — контроль защищенности ИС, необходимо пояснить их принципиальные различия. САЗ, в общем виде, являются «статическими» средствами оценки защищенности ИС, то есть посредством сканирования или зондирования собирают определенные параметрические данные (далее по тексту — ПД), на основе значений которых формируется образ контролируемой ИС (далее по тексту — ОКИС) с дальнейшим сопоставлением его либо к нормальному, либо к аномальному [5]. Значения ПД, собираемых САЗ, постоянно (с течением времени) изменяются, тем самым сформированный ОКИС требует периодического (систематического) уточнения. С другой стороны, СМ ИС являются «динамическими» средствами, которые осуществляют непрерывное наблюдение за специфическими ПД (неоцениваемыми САЗ) [5]. Оба специальных средства обладают как положительными, так отрицательными сторонами. Например, САЗ являются наиболее простыми и понятными средствами, не требующими много времени на оценку защищенности ИС (быстро и точно обнаруживают образы известных уязвимостей), но им присущ ряд недостатков, рассмотренных в работе [6], существенным из которых является неспособность обнаружения уязвимостей ИС, образы которых отсутствуют в базе данных (далее по тексту — БД) уязвимостей САЗ. СМ ИС являются более сложными средствами, которым присуще более длительное время оценки защищенности ИС (в связи с большим количеством собираемых значений ПД, в сравнении с САЗ). Они выполняют всесторонний анализ контролируемой ИС, способны обнаруживать различные типы образов уязвимостей (в том числе и неизвестных), прогнозировать ее состояние в определенный момент времени. Следовательно, для повышения эффективности оценки защищенности ИС возникает необходимость в синтезе (структурном, функциональном, параметрическом) двух специальных средств, в результате чего взаимно компенсируются присущие им недостатки.

В работах [4, 5, 6] были рассмотрены существующие САЗ ИС, их принципы функционирования, базовые функциональные возможности и перечень основных собираемых ПД. В целях возможной реализации синтеза средств необходимо рассмотреть СМ ИС. В общем, СМ ИС классифицируются:

1. По объекту проведения мониторинга.
2. По направленности мониторинга.
3. По уровням модели взаимодействия открытых систем (ISO/OSI) (применительно к стеку протоколов TCP/IP).
4. По времени проведения мониторинга.
5. По назначению СМ.
6. По объему анализируемого сетевого трафика.

7. По наличию источника сбора ПД.
8. По типу методов реагирования.
9. По способу оповещения о выявленных уязвимостях ИС.
10. По виду представления статистических ПД (отчетов).
11. По возможности сопряженности.
12. По степени автоматизации.
13. По способу реализации.
14. По принципу реализации.
15. По методу анализа ПД, собираемых с контролируемой ИС.
16. По принципу построения системы управления.
17. По принципу сбора значений ПД.

Проведенная классификация позволяет построить два типа обобщенных моделей СМ ИС:

- централизованная (рисунок 1);
- распределенная (рисунок 2).

Представленная обобщенная модель (рис. 1) включает набор базовых программно-аппаратных компонентов (далее по тексту — ПАК):

- сервер СМ ИС, с включенной в его состав БД и консоли управления;
- множество контролируемых ИС ($ИС_n$), на которых либо установлены агенты СМ ИС (A_n), либо нет.

Сервер СМ ИС является основополагающим ПАК, реализующим функции:

1. Сбора значений ПД с $ИС_n$.
2. Агрегации, статистической обработки и хранения значений ПД.
3. Хранения параметров конфигурации сервера СМ, контроля их доступности и целостности.
4. Формирования правил фильтрации событий.
5. Оповещения о возникновении проблемных событий (аномальных явлений), выработки предложений по их устранению или минимизации опасных последствий.
6. Прогнозирования событий.
7. Административного управления (различные проверки, корректировка объема журналирования событий (процессов), управление кэшем конфигурации и БД и т. п.).

Агенты СМ ИС (A_n) — это специализированные программы, установленные на $ИС_n$, осуществляющие мониторинг различных локальных ресурсов, приложений и других заданных значений (действий), выполняющихся на подконтрольных $ИС_n$, с последующей передачей собранных значений ПД в адрес сервера СМ. Так же стоит отметить, что A_n в пределах $ИС_n$ выполняют и управленческие функции для соответствующей платформы. В отдельных случаях установка A_n на $ИС_n$ (например, на коммутаторах, маршрутизаторах, отдельных серверах и хостах, средств защиты) может не потребоваться (нет возможности их установки), вследствие чего эффективность проведения их мониторинга снижается (например, безагентный мониторинг значений ПД, собираемых с $ИС_3$, $ИС_4$, реализуемый посредством SNMP протокола (рис. 1)).

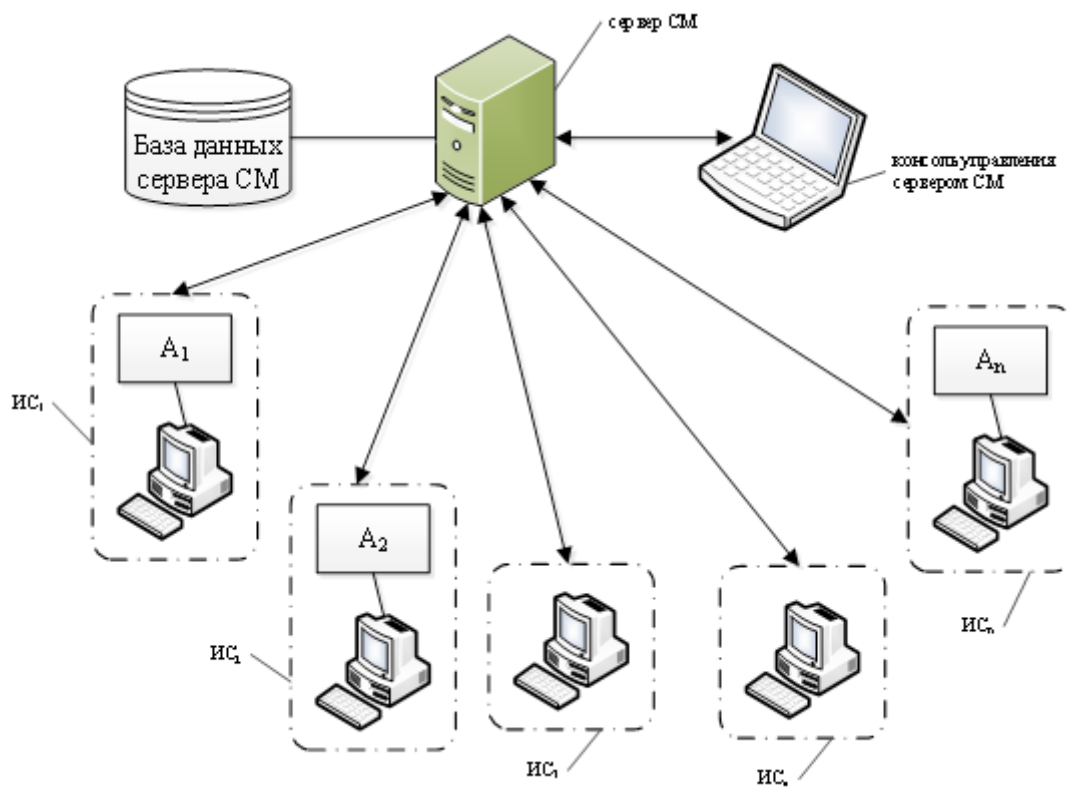


Рис. 1. Обобщенная модель централизованной СМ ИС

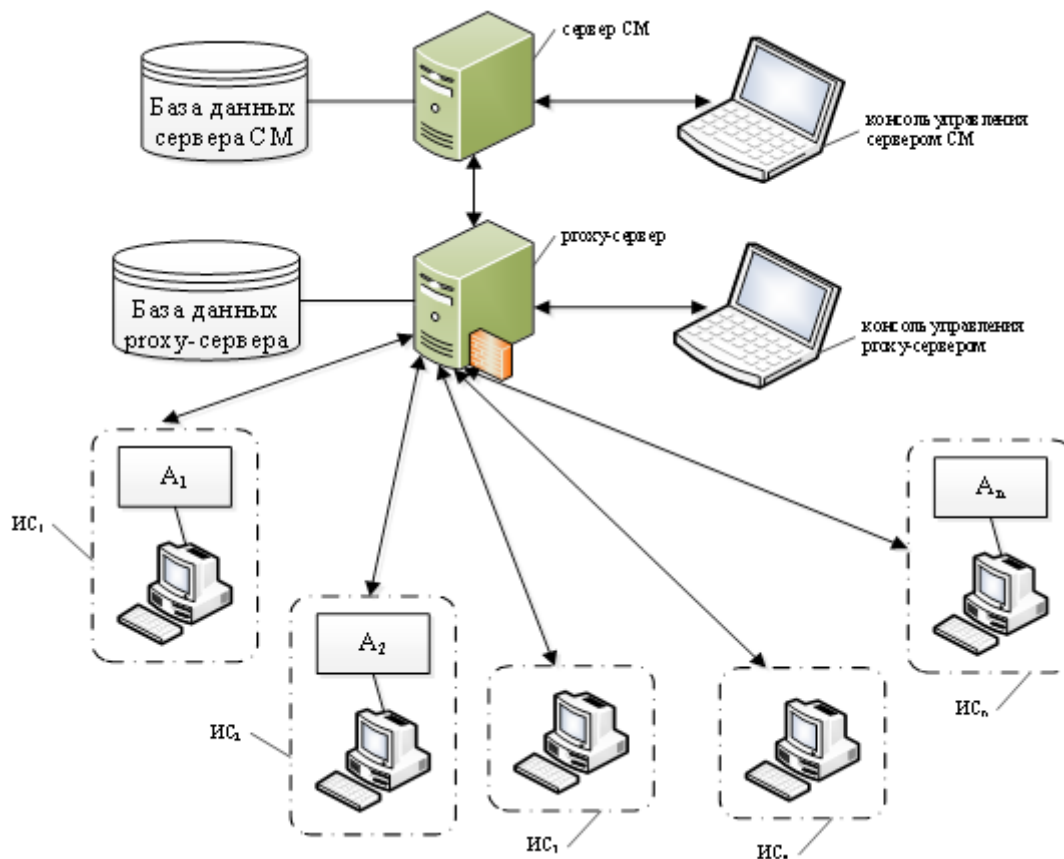


Рис. 2. Обобщенная модель распределенной СМ ИС

Преимуществами централизованной СМ ИС являются:

- относительное сокращение времени на передачу наблюдаемых значений ПД от $ИС_n$ к серверу СМ;
- уменьшение числа процедур (операций), выполняемых СМ;
- уменьшение количества ведущихся журналов событий (операций);
- непосредственное взаимодействие сервера СМ с A_n , установленным на $ИС_n$.

Недостатками централизованной СМ ИС являются:

- параметры конфигурации сервера СМ могут быть доступны для всех активных A_n (если не используются опции шифрования и аутентификации);
- повышенная нагрузка на сервер СМ (особенно при большом количестве $ИС_n$), сопровождающаяся приемом (сбором, обработкой) большого количества значений ПД, с последующим их журналированием на стороне сервера СМ;
- перегрузка каналов связи управляющей информацией в той сети, где находится сервер СМ;
- при подключении $ИС_n$, на которых установлены A_n , к серверу СМ требуется соответствующее количество TCP-соединений;
- при переполнении журналов событий (операций) $ИС_n$ элементами собираемых значений ПД и при проблемах со связью с сервером СМ возможна их потеря;
- при создании нового сервера СМ необходимо перенастраивать все A_n , подключаемые к нему;
- при выходе из строя сервера СМ полностью будет потерян контроль защищенности $ИС_n$ (низкий уровень надежности функционирования).

В противовес обобщенной модели централизованной СМ строится обобщенная модель распределенной СМ ИС (рисунок 2).

В представленной обобщенной модели (рис. 2) дополнительным ПАК является гроху-сервер, который реализует функции:

1. Мониторинг удаленных $ИС_n$ от имени сервера СМ.
2. Мониторинг неблагоденных $ИС_n$.
3. Снижение нагрузки на сервер СМ при контроле за большим количеством $ИС_n$, посредством осуществления функций сбора значений ПД и наличия отдельной БД для их хранения.

Стоит отметить, что на гроху-сервер необходимо устанавливать агент СМ ($A_{гроху}$) в целях организации эффективного взаимодействия с сервером СМ.

Преимуществами распределенной СМ ИС являются:

- повышенные меры безопасности при мониторинге неблагоденных и удаленных $ИС_n$;
- наличие отдельной БД для гроху-сервера, что позволяет не допустить потери собранных значений ПД в случаях невозможности их передачи серверу СМ по причине его недоступности из-за каких-либо проблем;
- операции сбора данных реализуются на стороне гроху-сервера;

- снижение нагрузки на центральный микропроцессор (CPU) и ввод/вывод (I/O) диска сервера СМ;
- гроху-сервер подключается к серверу СМ только через одно TCP-соединение, тем самым упрощаются правила обхода межсетевого экрана;
- при создании нового сервера СМ необходимо перенастраивать только $A_{гроху}$, а не все A_n , установленные на $ИС_n$;

- обеспечение возможности масштабируемости СМ.

Недостатками распределенной СМ ИС являются:

- параметры конфигурации сервера СМ могут быть доступны для всех активных $A_{гроху}$ (если не используются опции шифрования и аутентификации);
- ведение дополнительных журналов событий (операций) на гроху-сервере;
- необходимость в установке, настройке и обслуживании гроху-сервера.

В рамках эффективного решения задач контроля защищенности, на всех $ИС_n$ необходимо предусмотреть установку активных или пассивных A_n , посредством которых осуществляется сбор множества значений специфических ПД, формирующих ОКИС. Для систематизации работы специалиста по сбору специфических ПД строится обобщенная модель пассивного мониторинга значений ПД в условиях распределенной СМ ИС (рисунок 3).

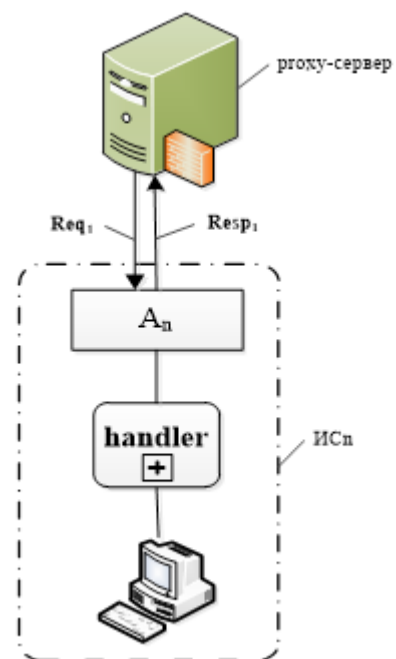


Рис. 3. Обобщенная модель пассивного мониторинга значений ПД

В представленной обобщенной модели (рис. 3) сбор значений специфических ПД осуществляется поэтапно:

- сервер СМ через гроху-сервер формирует в адрес A_n , установленного на $ИС_n$, запрос (Req_1) о каких-либо интересующих значениях ПД;

— A_n посредством однократного обработчика значений ПД (handler) осуществляет сбор интересующих значений с $ИС_n$ и формирует ответ ($Resp_1$) с соответствующим результатом в адрес проху-сервера;

— проху-сервер помещает ответ ($Resp_1$) с соответствующим результатом в БД с целью дальнейшей его передачи в адрес сервера СМ;

— сервер СМ, получив от проху-сервера ответ ($Resp_1$) с соответствующим результатом, помещает его в БД с целью дальнейшей обработки.

Преимуществами пассивного мониторинга значений ПД являются:

— сравнительная пониженная загрузка сетевого трафика, связанная с наличием неинтенсивных единичных Req_1 и $Resp_1$;

— высокая степень актуальности значений ПД, содержащихся в $Resp_1$.

Недостатками пассивного мониторинга значений ПД являются:

— при большом количестве $ИС_n$ на сбор интересующих значений ПД затрачивается достаточно большой промежуток времени, вследствие чего, снижена эффективность функционирования СМ;

— необходимость в постоянном формировании Req_1 в адрес множества $ИС_n$, что снижает процесс автоматизации СМ.

В противовес обобщенной модели пассивного мониторинга строится обобщенная модель активного мониторинга значений ПД в условиях распределенной СМ ИС (рисунок 4).

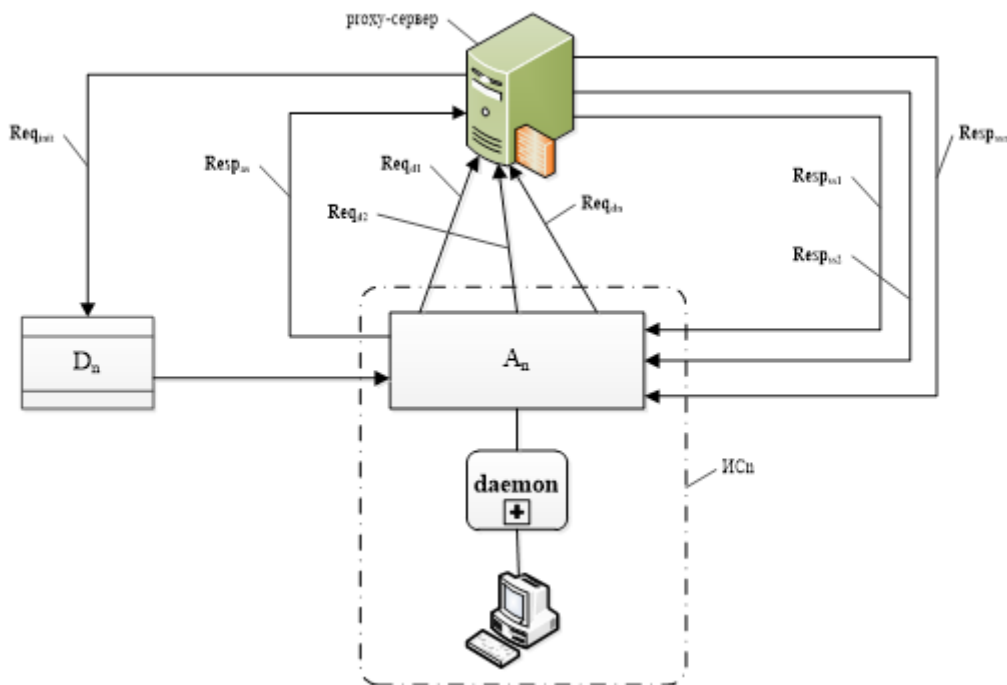


Рис. 4. Обобщенная модель активного мониторинга значений ПД

Обобщенная модель активного мониторинга значений ПД (рис. 4) реализуется так же поэтапно:

— сервер СМ через проху-сервер формирует в адрес A_n , установленного на $ИС_n$, инициализирующий запрос (Req_{init}), устанавливающий A_n список специфических ПД (D_n), значения которых подлежат контролю и оценке;

— A_n формирует ответ ($Resp_{as}$) в адрес проху-сервера, который передает его серверу СМ, о успешной/неуспешной установке D_n ;

— A_n посредством многократного handler (daemon), осуществляет периодический сбор множества значений ПД, заданных согласно D_n ;

— A_n периодически инициализирует отправку запросов (Req_{dn}) с соответствующими результатами значений ПД,

по заданному D_n , в адрес проху-сервера, который помещает их в БД с целью дальнейшей их передачи в адрес сервера СМ;

— сервер СМ, получив от проху-сервера запросы (Req_{dn}) с соответствующими результатами значений ПД, помещает их БД с целью дальнейшей обработки и формирует в адрес A_n ответы ($Resp_{ssn}$) о корректности полученных значений ПД, содержащихся в Req_{dn} .

Преимуществами активного мониторинга значений ПД являются:

— повышенная эффективность функционирования СМ, связанная с одновременным формированием A_n множества Req_{dn} в адрес сервера СМ;

— автоматизация процесса сбора значений ПД за счет заблаговременного формирования D_n .

Недостатками активного мониторинга значений ПД являются:

- достаточно высокая загруженность сетевого трафика, связанная с формированием A_n множества Req_{dn} ;
- необходимость в периодическом (своевременном) контроле за D_n , связанная с возможным снижением его актуальности, вследствие изменения обстановки или под воздействием внешних факторов.

На основании обобщенных моделей (рис. 1, 2, 3, 4) строится функциональная модель СМ ИС (рисунок 5).

Функционирование СМ (рис. 5) описывается на двух этапах жизненного цикла ИС, упомянутых в работе [5]:

1. На этапе реализации $ИС_n$ специалист осуществляет настройку СМ, в этих целях:

- на $ИС_n$ по возможности устанавливается A_n ;
- через модуль настройки посредством подачи сигналов управления задаются базовые (изначальные) настройки модуля формирования отчетов/оповещений, мо-

дуля сбора значений ПД, модуля анализа собранных значений ПД, модуля реагирования и прогнозирования, модуля взаимодействия с БД СМ.

2. На этапе эксплуатации $ИС_n$ специалист осуществляет оценку степени ее защищенности:

- через модуль управления A_n формируется Req_{i1}/Req_{init} в последовательности, описанной на рис. 3, 4;
- значения специфических ПД ($Resp_{i1}/Req_{dn}$) через модуль сбора поступают в БД СМ и в модуль анализа;
- результат анализа собранных значений ПД помещается в БД СМ;
- в случае если модуль анализа выявил уязвимости $ИС_n$ (например, аномальные значения ПД или отклонения от штатной работы), то он информирует об этом модуль реагирования;
- параллельно модуль прогнозирования, обрабатывая собранные значения ПД из БД СМ, осуществляет предсказывание значений ПД или состояний (поведения)

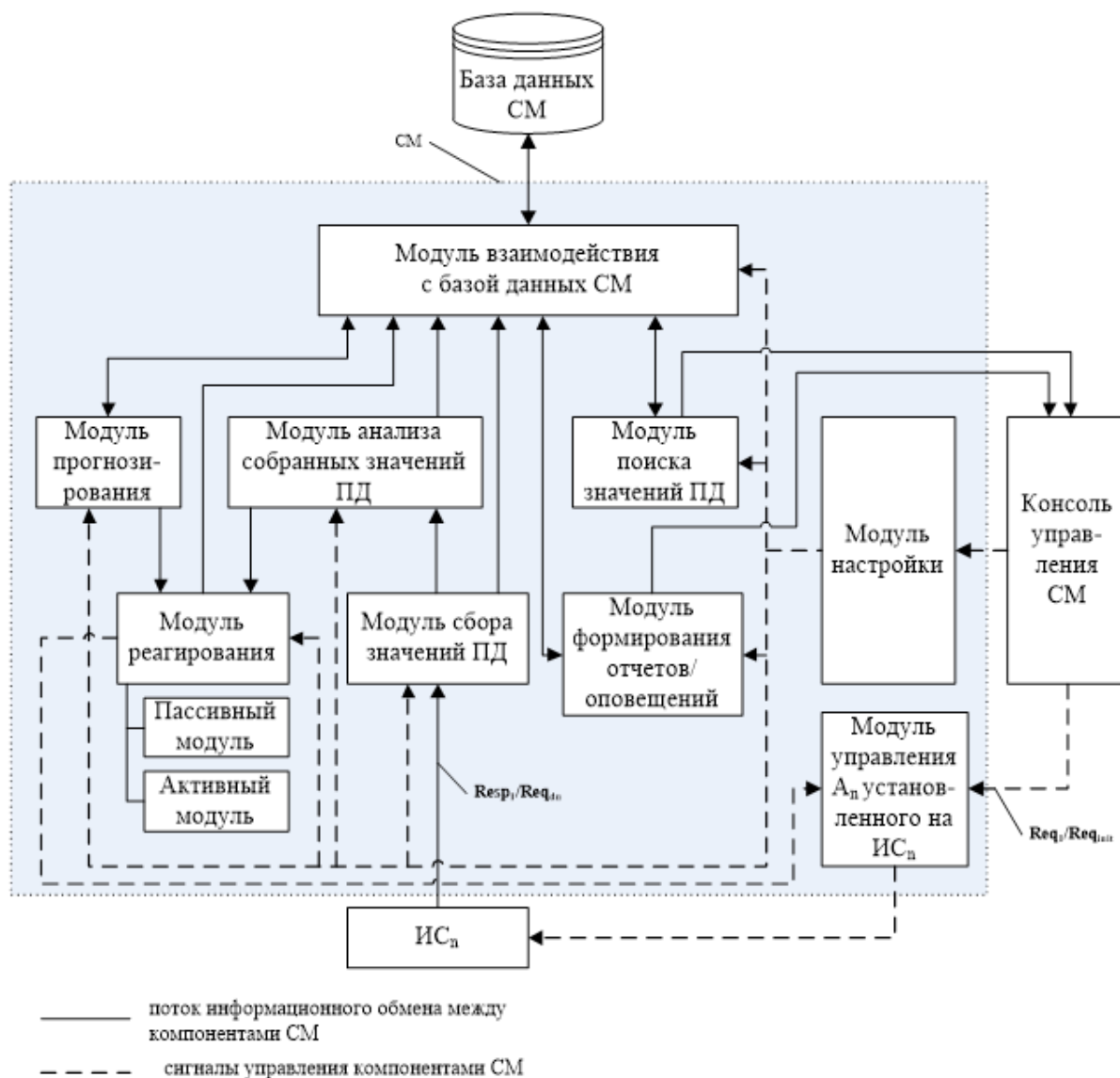


Рис. 5. Функциональная модель СМ ИС

$ИС_n$ через N -й промежуток времени, при выявлении прогнозируемых уязвимостей, результат направляется в модуль реагирования и обратно в БД СМ;

— модуль реагирования через модуль управления A_n , на основе базовых настроек или функциональных возможностей, оповещает и/или корректирует (блокирует) $ИС_n$, с последующим предоставлением в БД СМ информации о выполненных действиях;

— специалист посредством модуля формирования отчетов/оповещений получает необходимые данные (в формализованном виде) о собираемых значениях ПД, о состоянии и возможных уязвимостях $ИС_n$, о различных аномальных и прогнозируемых отклонениях, о рекомендациях по их устранению, о функционировании СМ и т. п., с целью принятия своевременного организационного решения, направленного на воздействие на $ИС_n$ через модуль управления A_n или на корректировку базовых настроек СМ через модуль настройки, посредством подачи сигналов управления;

— при необходимости осуществить поиск определенных значений ПД, выполненных действий СМ или иной информации о состоянии $ИС_n$, специалист посредством консоли управления через модуль настройки формирует соответствующие сигналы управления в адрес модуля поиска значений ПД, получая в ответ интересующую информацию;

— через модуль управления A_n и модуль взаимодействия с БД СМ специалист посредством установленных сигналов в любой момент времени организует управление $ИС_n$ и БД СМ соответственно.

Представленные обобщенные модели (рис. 1, 2, 3, 4), анализ их преимуществ и недостатков, указывают на эффективность применения принципов распределенной СМ ИС (рис. 2) посредством комбинированного мониторинга значений ПД, собираемых с большого количества $ИС_n$, работающих на медленных и нестабильных каналах связи. Комбинированный мониторинг значений ПД заключается в применении непрерывного активного мониторинга (рис. 4), с внесением в него элементов пассивного мониторинга (рис. 3) наиболее важных в определенный момент времени специфических ПД, на основе значений которых ОКИС однозначно соотносится к нормальному или аномальному. Процесс выбора наиболее важных специфических ПД, подлежащих пассивному мониторингу должен быть автоматизирован и адаптирован к изменениям под воздействием внешних факторов. Разработанная функциональная модель СМ ИС (рис. 5), построенная на принципах распределенной системы управления, с учетом применения комбинированного мониторинга значений ПД, позволит специалисту повысить эффективность оценки степени защищенности ИС.

Литература:

1. Аверченков, В. И. Мониторинг и системный анализ информации в сети Интернет: монография [электронный ресурс] / В. И. Аверченков, С. М. Рошин. — 2-е изд., стереотип. — М.: ФЛИНТА, 2011. — 160 с.
2. Дж. Скотт Хогдал. Анализ и диагностика компьютерных сетей / пер. с англ. М. Кузьмин; под ред. А. Бернштейн. — М.: Лори, 2001. — 351 с.
3. Кенин, А. М. Самоучитель системного администратора. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — с. 267–306.
4. Коноваленко, С. А., Королев И. Д. Выявление уязвимостей информационных систем // Инновации в науке: сб. ст. по матер. LXI междунар. науч.-практ. конф. — Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», № 9 (58) сентябрь 2016. — с. 12–20.
5. Коноваленко, С. А., Королев И. Д., Медведев А. Н. Идентификация образа контролируемой информационной системы на основе оптимизации и приоритизации параметрических данных, собираемых средствами анализа защищенности // Современные тенденции развития науки и технологий: периодич. науч. сб. ст. по матер. XIX междунар. науч.-практ. конф. — Белгород: Изд. «ИП Ткачева Е. П.», № 10, часть 1. — с. 63–70.
6. Коноваленко, С. А., Королев И. Д., Симонов А. В. Оценка существующих средств анализа защищенности информационных систем // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. XXXIX междунар. науч.-практ. конф. — Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», № 10 (32) октябрь 2016. — с. 6–15.
7. Лавров, А. А., Лисс А. Р., Яновский В. В. Мониторинг и администрирование в корпоративных вычислительных сетях. — СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. — 60 с.
8. Малышев, Р. А. Глобальные вычислительные сети: учебное пособие / РГАТА. — Рыбинск, 2006. — с. 77–83.
9. Ньюмен, С. Создание микросервисов. — СПб.: Питер, 2016. — с. 197–210.
10. Олифер, В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов. 4-е изд. — СПб.: Питер, 2010. — с. 882–886.
11. Сердюк, В. А. Новое в защите от взлома корпоративных систем. — М.: Техносфера, 2007. — 358 с.
12. Стивен Норткат, Джуди Новак. Обнаружение нарушений безопасности в сетях, 3-е издание: Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2003. — 448 с.
13. Уилсон, Э. Мониторинг и анализ сетей. Методы выявления неисправностей / пер. с англ. О. Труфанов; под ред. А. Киселева. — М.: Лори, 2002. — с. 231–288.

Математическое и программное обеспечение процессов выделения трития из литиевой керамики Li_2TiO_3 при ступенчатом изменении температуры

Куйкабаева Айжан Амангелдиевна, преподаватель
Казахский Национальный университет имени Аль-Фараби (г. Алматы)

Картанбаев Жанбота Жунисбекулы, магистр
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий механики и оптики

В наиболее перспективных установках предполагается использование в качестве горючего тритий — не существующий в природе, то возникает проблема обеспечения термоядерных установок тритиевым топливом. Основное направление решения этой проблемы — использование самого термоядерного реактора для наработки трития: нейтроны, получаемые в реакции сгорания трития, предполагается направлять на некоторый элемент (например, литий-6), который в ходе ядерной реакции с нейтронами будет превращаться в тритий [1]. После извлечения из системы генерации (бридерного бланкета), концентрирования и очистки, тритий будет поступать в термоядерный реактор в качестве топлива.

Материал размножителя (бридера) должен обеспечить съём энергии термоядерного синтеза, генерацию трития и эффективное его извлечение для последующей очистки и трансформации в реакторное топливо. Рабочее вещество должно обладать высокой температурной, радиационной, химической и механической стойкостью. Бридерный материал должен обеспечивать возможность количественное извлечение трития при сравнительно низких температурах. Дегазация любого твёрдого тела происходит за счёт диффузионных процессов и зависит от таких факторов, как плотность материала, степень его дефектности, размеры и характер границ зёрен, общая пористость, соотношение открытой и закрытой пористости, площадь открытой поверхности и т. п. В свою очередь эти параметры зависят от условий приготовления гранул (пэбблов): давления прессования, температуры и времени термического отжига [2–5].

Предложенное в настоящей работе математическое и программное обеспечение реакторных экспериментов позволило интерпретировать результаты экспериментов по изучению выделения трития, непрерывно генерируемого в результате ядерной реакции лития-6 с тепловыми нейтронами при наличии переменных термических воздействиях на исследуемый материал. Как было описано в работах [5–8], проведены исследования генерации и выделения трития в литиевой керамике Li_2TiO_3 ($\text{Li}_2\text{TiO}_3 + 5\% \text{ mol TiO}_2$) с 96 %-ным обогащением по изотопу литий-6 в процессе длительного (5350 ч, 15 кампаний, длительность эксперимента около двух лет) облучения тепловыми нейтронами в реакторе ВВР-К. При этом степень выгорания лития составила 23 %. В ходе эксперимента автоматически и непрерывно измеряли температуру образца и поток трития, выделяющийся из титаната лития.

Таким образом, предложенное в настоящей работе математическое, математическое и программное обеспечение реакторных экспериментов позволило интерпретировать результаты экспериментов по изучению выделения трития, непрерывно генерируемого в результате ядерной реакции лития-6 с тепловыми нейтронами при наличии переменных термических воздействиях на исследуемый материал. Впервые получены данные по выделению трития в условиях его генерации из керамики на базе метатитаната лития, до высокой степени (95 %) обогащённой изотопом ${}^6\text{Li}$ и при высоких степенях выгорания трития. Обнаружено, что процесс выделения трития в основном контролируется объёмной диффузией трития, хотя определённую роль играет захват лития точечными дефектами и реакция молизации трития на поверхности материала. Рассчитаны основные параметры газовыделения, необходимые для оценки пригодности пэбблов из титаната лития для использования их в тритиевых бридерах: доля газовыделения, удержание трития в материале, время удержания, энергии активации термодесорбции НТ и объёмной диффузии T^+ , а также соответствующие им предэкспоненциальные (частотные) множители. Показано, что в течение первых трёх месяцев реакторного облучения литиевой керамики, коэффициент диффузии трития увеличивается за счёт уменьшения энергии активации диффузии. Обнаруженный эффект объяснён уменьшением концентрации ионов лития в узлах кристаллической решётки, выступающих как дополнительные диффузионные барьеры. Низкие значения степеней удержания и времён удержания, позволяющие практически полностью обезгаживать пэбблы при сравнительно умеренных температурах, хорошая радиационная, химическая и механическая стойкость, позволяет нам рекомендовать керамику на основе метатитаната лития в качестве бридерного материала для установок управляемого термоядерного синтеза.

Ступенчатый нагрев

Рассмотрим изменение потока газа из сферы при ступенчатом (резком) изменении температуры образца.

В сфере непрерывно и равномерно генерируется стабильный (или долгоживущий) газ. Образец в течение времени t_1 выдерживается при температуре T_1 . Затем температура образца резко поднимается от значения T_1 до значения T_2 и выдерживается в течение времени t_2 , и т. д. Поскольку при нагреве от T_1 до T_2 коэффициент диффузии изменяется от величины D_1 до величины D_2 , то поток газа тоже резко увеличивается (Здесь $T_1 > T_2$, а $D_1 < D_2$). Следует учесть, что поток

газовыделения при новой температуре T_2 состоит из двух компонентов: «Новые» молекулы, которые «родились» уже при новой температуре, поток которых управляется коэффициентом диффузии D_2 :

$$J_2(t) = SQ \left[\frac{r_0}{3} - \frac{2r_0}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_2 t}{r_0^2} \right\} \right] \quad (1)$$

и «старые» молекулы, рождённые при температуре T_1 , не успевшие выделиться за время 1-го периода t_1 (их диффузия управлялась коэффициентом диффузии D_1), но при температуре T_2 активно покидающие сферу (их диффузия теперь управляется коэффициентом диффузии D_2). Поток молекул этого типа из сферы:

$$J_1(t) = \frac{2 \langle C_{T1} \rangle SD_2}{r_0} \sum_{n=1}^{\infty} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_2 t}{r_0^2} \right\} \quad (2)$$

где под $\langle C_{T1} \rangle$ в первом приближении можно понимать среднюю концентрацию газа, оставшегося в сфере, при отжиге образца при температуре T_1 к моменту времени t_1 :

$$\langle C_{T1} \rangle = \frac{r_0^2 Q}{D_1} \left(\frac{1}{15} - \frac{6}{\pi^4} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^4} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_1 t_1}{r_0^2} \right\} \right) \quad (3)$$

Если время выдержки t_1 при температуре T_1 достаточно велико, чтобы установилось стационарное состояние диффузии, то

$$\langle C_{T1, \infty} \rangle = \frac{r_0^2 Q}{15 D_1}, \quad (4)$$

что значительно упрощает расчёты.

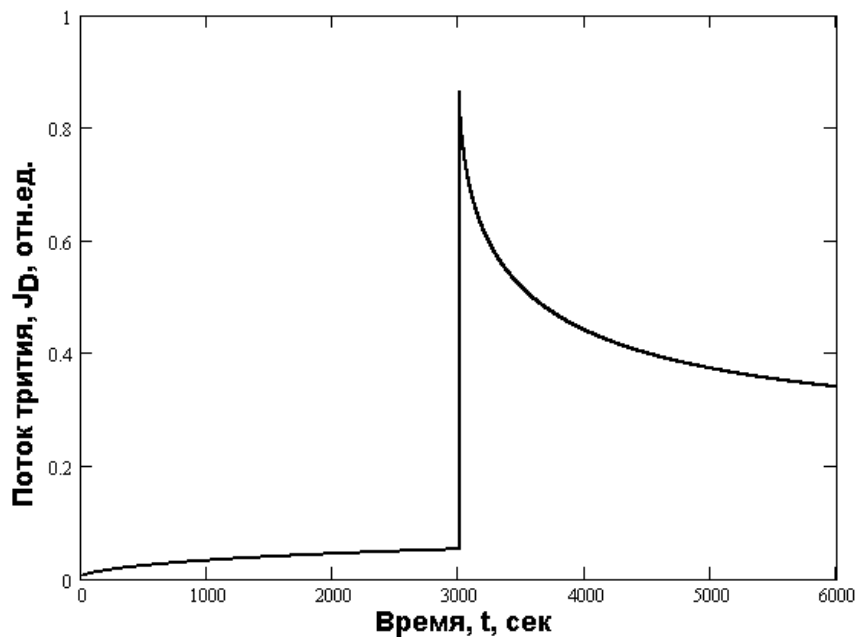


Рис. 1. Изменение потока трития, непрерывно генерируемого в сфере, от времени при ступенчатом изменении коэффициента диффузии (ступенчатый нагрев, $D_1 = 10^{-9}$ см²/сек, $D_2 = 10^{-8}$ см²/сек, $r_0 = 0,1$ см)

Связь между коэффициентами диффузии D_1 и D_2 осуществляется по закону Аррениуса:

$$D = D_0 \exp \left\{ -\frac{E_D}{R \cdot T} \right\} \quad (5)$$

где D_0 — предэкспоненциальный (частотный) множитель [см²/сек], E_D — энергия активации диффузии [Дж/моль], $R = 8,3144$ [Дж/(моль·К)] — газовая постоянная; T — температура [градусы Кельвина].

Итак:

$$J_2(t) = SQ \left[\frac{r_0}{3} - \frac{2r_0}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_2 t}{r_0^2} \right\} \right]$$

$$J_1(t) = \frac{2 \langle C_{(T_1)} \rangle SD_2}{r_0} \sum_{n=1}^{\infty} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_2 t}{r_0^2} \right\}$$

$$\langle C_{T_1} \rangle = \frac{r_0^2 Q}{D_1} \left(\frac{1}{15} - \frac{6}{\pi^4} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^4} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_1 t_1}{r_0^2} \right\} \right)$$

При справедливости сделанных выше некоторых приближениях можно считать, что поток газа из сферы при температуре T_2 описывается уравнением:

$$J(t) = J_1 + J_2 =$$

$$SQ \left[2r_0 \frac{D_2}{D_1} \left(\frac{1}{15} - \frac{6}{\pi^4} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^4} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_1 t_1}{r_0^2} \right\} \right) \sum_{n=1}^{\infty} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_2 t}{r_0^2} \right\} + \left[\frac{r_0}{3} - \frac{2r_0}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_2 t}{r_0^2} \right\} \right] \right], \quad (6)$$

где D_1 — коэффициент диффузии газа при температуре T_1 , а D_2 — при температуре T_2 .

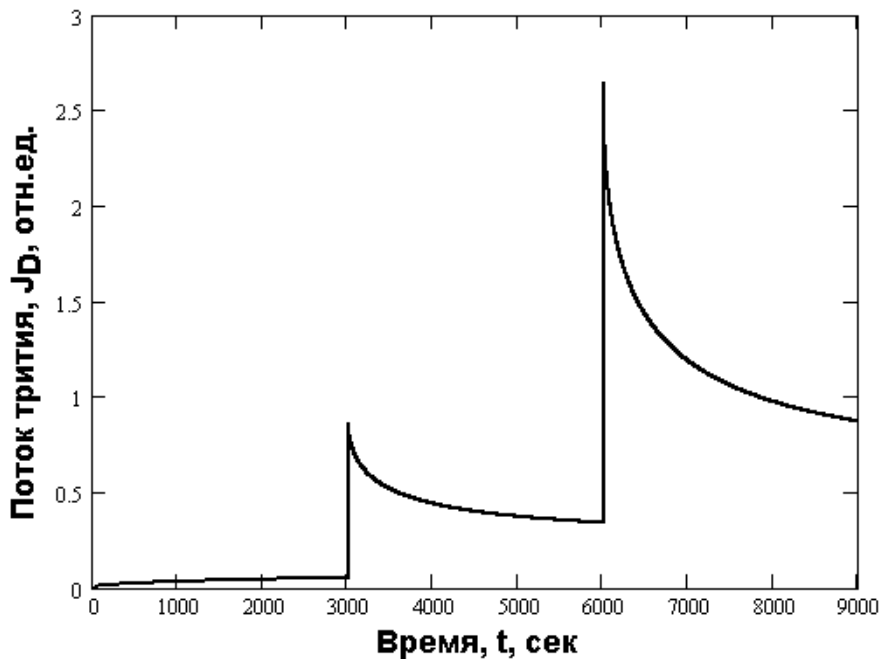


Рис. 2. Выделение трития, непрерывно генерируемого в сфере, при ступенчатом нагреве образца (Предполагается, что на предыдущих температурных ступенях гранула была полностью обезгажена; $D_1 = 10^{-9}$ см²/сек, $D_2 = 10^{-8}$ см²/сек, $D_3 = 10^{-7}$ см²/сек, $r_0 = 0,1$ см)

При больших временах t_1 :

$$J(t) = \frac{2Sr_0Q}{15} \frac{D_2}{D_1} \sum_{n=1}^{\infty} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_2 t}{r_0^2} \right\} + SQ \left[\frac{r_0}{3} - \frac{2r_0}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} e^{-\frac{n^2 \pi^2 D_2 t}{r_0^2}} \right] \quad (7)$$

или

$$J(t) = QV \left(1 + \frac{2}{5} \frac{D_2}{D_1} \sum_{n=1}^{\infty} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_2 t}{r_0^2} \right\} - \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_2 t}{r_0^2} \right\} \right) \quad (8)$$

Если время $t = t_2$ при температуре T_2 достаточно велико, то устанавливается стационарное течение газа и $J = QV$. (9)

Таким образом, при переходе от температуры T_1 к температуре T_2 при справедливости сделанных выше некоторых приближений можно считать, что поток газа из сферы изменяется от закона при T_1 :

$$J(T_1, t) = SQ \left[\frac{r_0}{3} - \frac{2r_0}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_1 t}{r_0^2} \right\} \right] \tag{10}$$

до закона при T_2 :

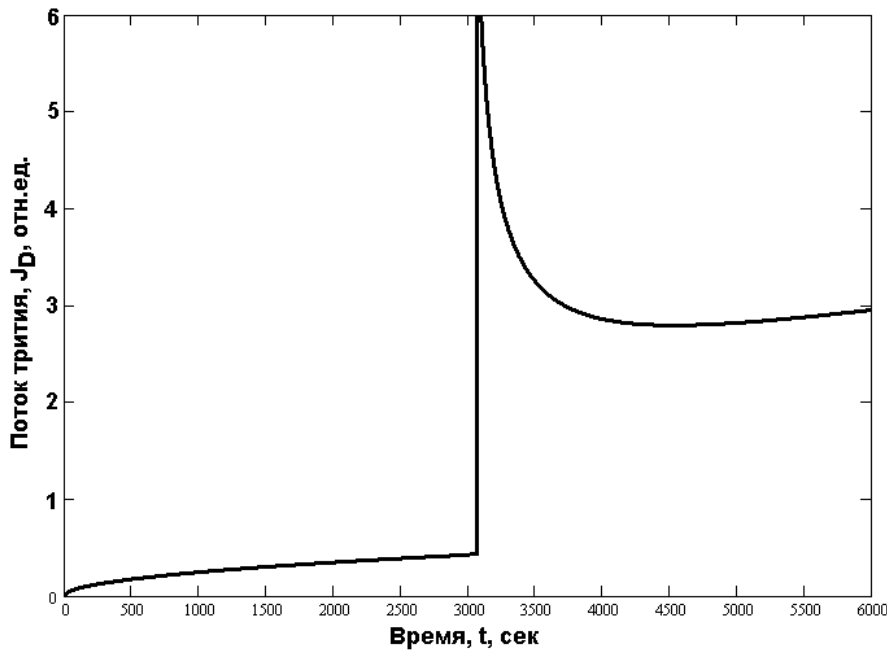


Рис. 3. Выделение трития, непрерывно генерируемого в сфере, при ступенчатом нагреве образца (Предполагается, что на предыдущих температурных ступенях гранула не была полностью обезгажена и содержала достаточное количество не успевшего выделиться трития; $D_1 = 10^{-9}$ см²/сек, $D_2 = 10^{-8}$ см²/сек, $D_3 = 10^{-7}$ см²/сек, $r_0 = 0,1$ см)

$$J(t) = QV \left(1 + \frac{2 D_2}{5 D_1} \sum_{n=1}^{\infty} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_2 t}{r_0^2} \right\} - \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp \left\{ -\frac{n^2 \pi^2 D_2 t}{r_0^2} \right\} \right) \tag{11}$$

Аналогичные формулы описывают поведение потока стабильного газа при последующем ступенчатом нагреве до температур T_3, T_4, T_5 и т. п.

Отметим, что поскольку в поток при T_2 входит не просто коэффициент диффузии, а отношение D_2/D_1 , то из эксперимента по ступенчатому нагреву найти раздельно значения D_1 и D_2 невозможно.

В качестве примера, на **Рисунке 3** представлено изменение во времени потока газа, непрерывно генерируемого в образце за счёт ядерной реакции, из сферы при резком увеличении температуры (и, следовательно, коэффициента диффузии). Видно, что сначала поток монотонно возрастает, стремясь к постоянному значению. В момент резкого возрастания температуры поток резко увеличивается, после чего монотонно спадает до значения, большего чем был на первой температурной ступени. При очередном резком повышении температуры вновь наблюдается повышение потока, причём большее, чем на предыдущей смене температур. Стационарный поток газа также выше, чем на предыдущей ступени).

Здесь мы считали, что на предыдущей температурной ступени образец полностью дегазировался. Если же в образце ещё достаточно трития, то его вклад в газовыделение на последующей температурной ступени существенен и, после некоторого падения, поток генерируемого газа начинает возрастать. Такое поведение потока не даёт возможность рассчитать коэффициент диффузии.

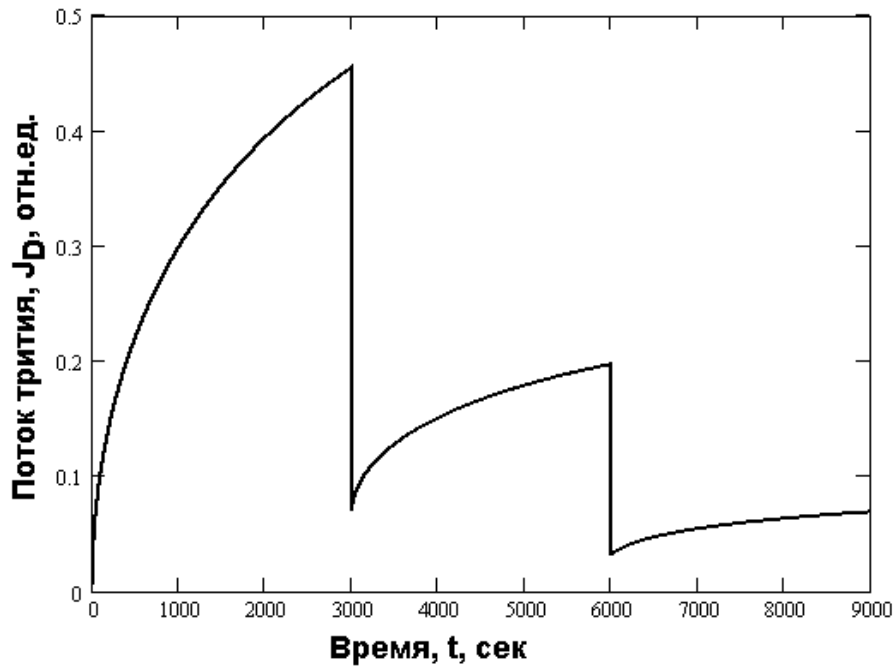


Рис. 4. Выделение трития, непрерывно генерируемого в сфере, при ступенчатом охлаждении образца ($(D_1= 10^{-7}$ см²/сек, $D_2= 10^{-8}$ см²/сек, $D_3= 10^{-9}$ см²/сек, $r_0=0,1$ см)

Ступенчатое охлаждение. Перейдём теперь к рассмотрению поведения потока стабильного газа при ступенчатом охлаждении образца. Здесь уже $T_1 < T_2$, а $D_1 > D_2$, а разница во временах удержания газа

$$\Delta \tau = \tau_2 - \tau_1 = \frac{\langle C_{T2} \rangle - \langle C_{T1} \rangle}{Q} \tag{12}$$

Математический аппарат остаётся тем же, что был рассмотрен выше, но есть существенный нюанс.

Если T_1 — достаточно высока и время t_1 достаточно длительно, то газа в сфере практически не будет, т. е. $\langle C_{T1} \rangle = 0$ и, следовательно, $\Delta \tau = \frac{\langle C_{T2} \rangle}{Q}$. Это сильно упрощает ситуацию. Теперь уже поток стабильного газа при

T_2 изменяется по закону:

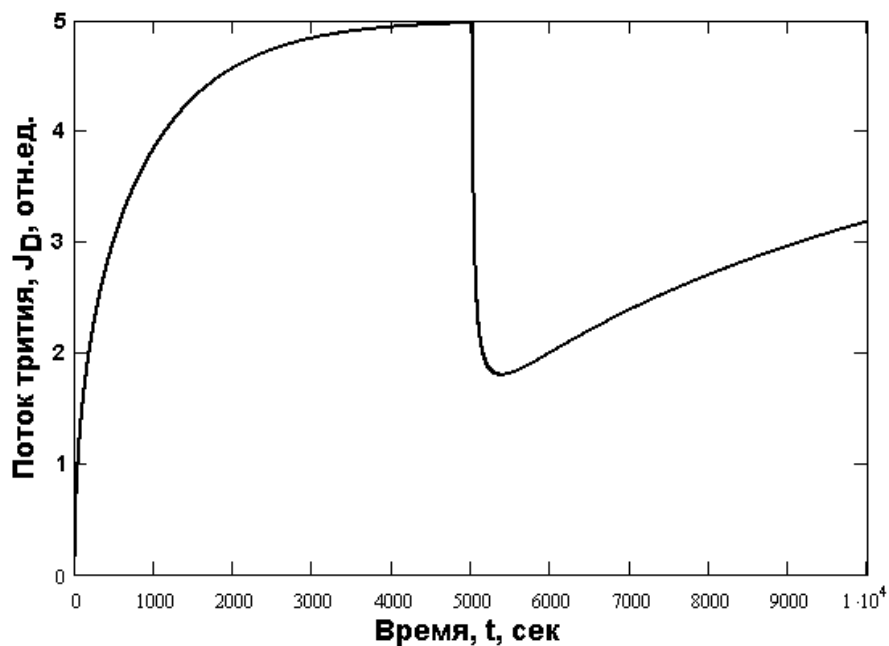


Рис. 5. Выделение трития, непрерывно генерируемого в сфере, с учётом присутствия трития, образовавшегося на предыдущей температурной ступени (ступенчатое охлаждение)

$$J_2(t) = SQ \left[\frac{r_0}{3} - \frac{2r_0}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp \left\{ - \frac{n^2 \pi^2 D_2 t}{r_0^2} \right\} \right], \quad (13)$$

что позволяет найти единственный коэффициент диффузии D_2 .

На **Рисунке 4** в качестве примера показано изменение потока трития из сферы при ступенчатом уменьшении температуры. Видно, что при резкой смене температуры поток резко падает, причём практически вертикально. Учёт частичной дегазации (т. е. наличия трития в образце при более высокой температурной ступени) приводит к более монотонного спаду потока в области смены температуры (**Рисунок 5**). Однако, время спада непродолжительно и не оказывает существенного влияния на форму кривой последующего подъёма потока генерируемого трития на новой температурной ступени.

Таким образом, анализ зависимости потока от времени позволяет при ступенчатом охлаждении найти коэффициент диффузии при низкой температуре, а при ступенчатом нагреве — сначала отношение D_2/D_1 , затем уже (по кривым ступенчатого нагрева) — коэффициент диффузии при более высокой температуре.

Коэффициент диффузии трития по кристаллической решётке титаната лития

Приведённый в предыдущей главе математический аппарат диффузии был применён к обработке экспериментальных данных по выделению трития, непрерывно генерируемого из лития под действием нейтронов, в режиме термоциклирования литиевой керамики. Данные по выделению НТ и T_2 по данным ступенчатого охлаждения от высоких температур (при которых дегазация пэббла была достаточно большой) были пересчитаны в коэффициент диффузии тритона (T^+) по кристаллической решётке метатитаната лития, а затем уточнены по данным ступенчатого нагрева.

Обработка всего массива полученных в данной работе данных в рамках модели классической диффузии показала, что за год облучения литиевой керамики в реакторе, энергия активации диффузии существенно уменьшилась, что свидетельствует об уменьшении глубины потенциальных ям, по которым осуществляется диффузия тритона (T^+) по матрице твёрдого тела и выделение трития (в виде НТ и T_2) из образца. При этом величина предэкспоненциального (энтропийного) множителя тоже уменьшилась, что свидетельствует об уменьшении числа диффузионных путей, доступных для диффузии, вероятно вследствие создания радиационных дефектов, действующих, как ловушки диффундирующего трития.

Как обычно, мы полагали, что температурную зависимость коэффициента объёмной диффузии трития можно описать законом Аррениуса:

$$D(T) = D_0 \cdot e^{-\frac{E_D}{RT}}, \quad (14)$$

где $D(T)$ — коэффициент диффузии трития при температуре T , E_D — энергия активации диффузии, $R=8,3144$ Дж/моль·°К — газовая постоянная, T — температура в градусах Кельвина.

Оценки параметров аррениусовской зависимости коэффициента диффузии T^+ дали значения: $D_{01}=0,1$ см²/сек и $E_{D1}=130$ кДж/моль для начальной стадии выжигания лития и $D_{02}=0,006$ см²/сек и $E_{D2}=69$ кДж/моль для конечной стадии. Таким образом, пребывание тритиевой керамики в реакторе привело к уменьшению энергии активации диффузии трития почти в два раза и уменьшению предэкспоненциального (энтропийного) множителя диффузии более, чем на порядок.

Таблица 1. Значения коэффициентов диффузии в метатитанате лития при разных температурах и разных временах реакторного облучения

Начальная стадия облучения		Конечная стадия облучения	
Температура, °С	Коэф. диффузии	Температура, °С	Коэф. диффузии
300	$1,35 \cdot 10^{-13}$	300	$3,0 \cdot 10^{-9}$
500	$1,59 \cdot 10^{-10}$	500	$1,28 \cdot 10^{-7}$
700	$1,02 \cdot 10^{-8}$	700	$1,17 \cdot 10^{-6}$

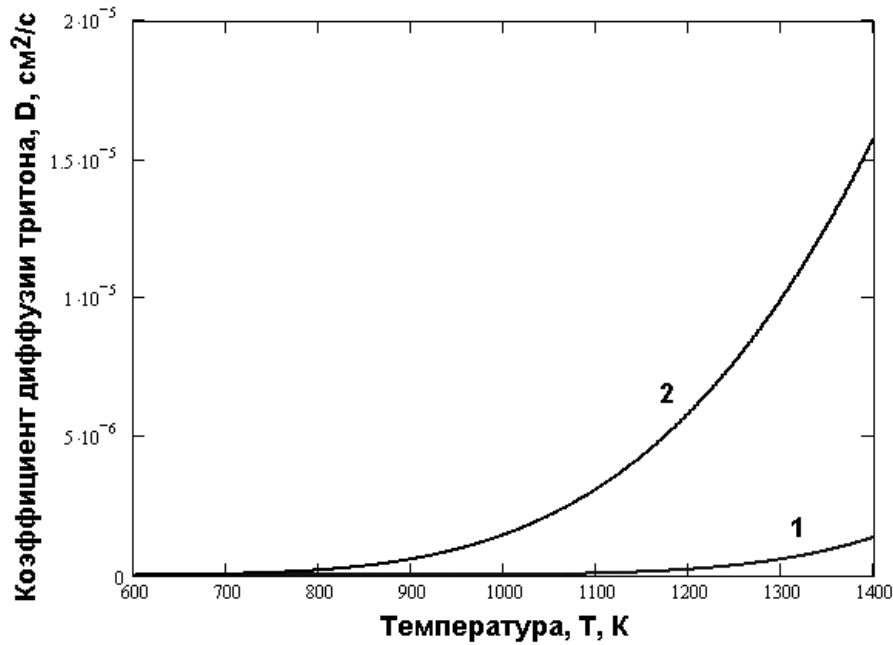


Рис. 6. Температурная зависимость коэффициента диффузии трития по объёму литевой керамики для различных стадий выгорания ⁶Li: 1 — начальное реакторное облучение, 2 — конечное облучение

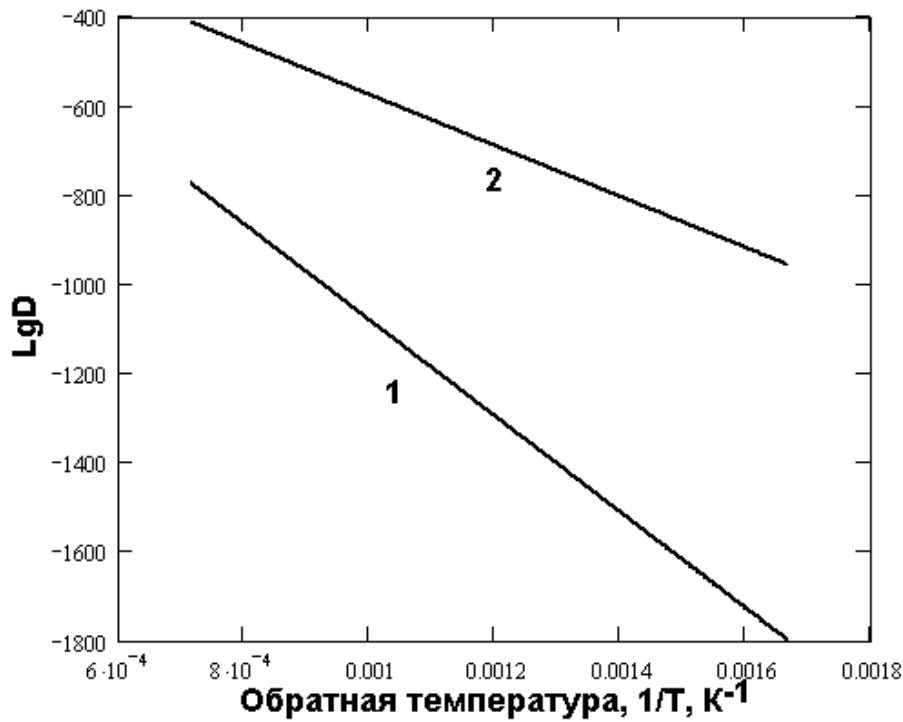


Рис. 7. Данные Рисунок 7, перестроенные в аррениусовских координатах

Теперь можно полуколичественно оценить характер изменения коэффициента диффузии трития при постоянной температуре в ходе выжигания. При температуре 500°С такую зависимость в первом приближении удалось описать формулой:

$$D(t_r) = 1,59 \cdot 10^{-10} + 1,28 \cdot 10^{-7} \cdot [1 - e^{-0,018 \cdot t_r}], \tag{15}$$

где t_r — время облучения литевой керамики.

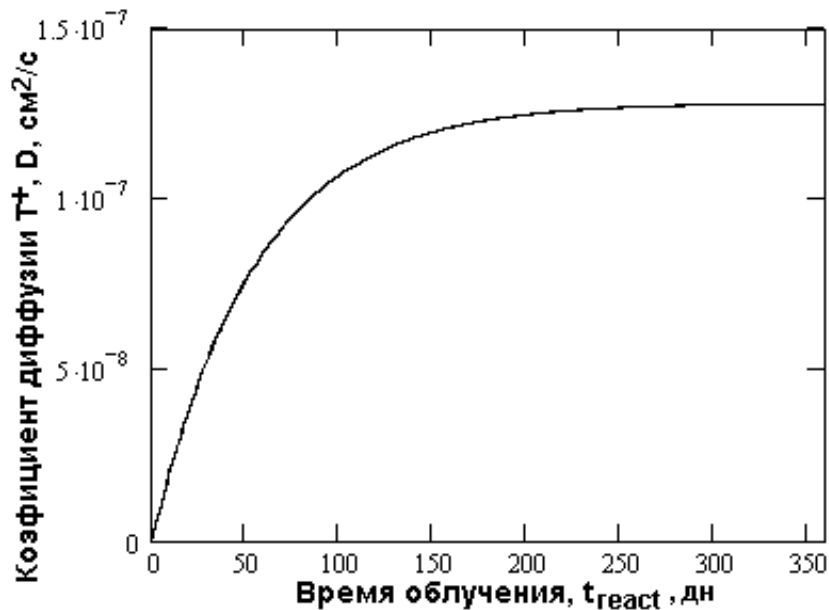


Рис. 8. Примерная зависимость, описывающая изменение коэффициента диффузии трития в метатитанате лития во время реакторного эксперимента

График этой функции $D(t_r)$ представлен на **Рисунке 8**. Из полученной зависимости следует, что коэффициент диффузии трития активно увеличивается только первые 10 месяцев реакторного облучения метатитаната лития, затем эффективный коэффициент диффузии стабилизируется на значении примерно $1,3 \cdot 10^{-7} \text{ см}^2/\text{сек}$ и в дальнейшем не меняется или меняется очень слабо. По-видимому, достижение предельного значения коэффициента диффузии связано с противоположным действием двух факторов — 1) выжигания лития, приводящего к исчезновению ионов лития из узлов кристаллической решётки и связанного с этим облегчения диффузионного процесса и 2) возникновения под действием быстрых нейтронов и внешнего гамма-излучения радиационных дефектов, захватывающих диффундирующих тритий в ловушки и, следовательно, к затруднению диффузионных процессов. В работе [10] методом ступенчатого нагрева было показано, что энергия активации диффузии трития в LiAlO_2 равна $141,5 \text{ кДж/моль}$, $D_0 = 0,13 \text{ см}^2/\text{с}$, а время удержания трития в Li_2O с ростом температуры падает с энергией активации 56 кДж/моль [9]. Отметим, что полученные в этой работе значения D_0 практически совпадают с рассчитанными нами из данных по ступенчатому охлаждению титаната лития.

Показано, что по мере облучения, создаваемые при выгорании лития дефекты действуют как дополнительные диффузионные пути, облегчающие диффузию трития. Выгорание трития компенсируется облегченной диффузией, в результате чего поток трития из керамики из титаната лития не меняется в течение достаточно длительного времени.

Литература:

1. Chikhray, Y (Chikhray, Y.); Shestakov, V (Shestakov, V.); Kulsartov, T (Kulsartov, T.); Tazhibayeva, I (Tazhibayeva, I.); Kawamura, H (Kawamura, H.); Kuykabaeva, A (Kuykabaeva, A.) Measurement system for in-pile tritium monitoring from Li_2TiO_3 ceramics at WWRK reactor JOURNAL OF NUCLEAR MATERIALS Volume: 367 Pages: 1028–1032 AUG 12007
2. T. Kurasawa, H. Watanabe, E. Roth, D. Vollath In-pile tritium release behavior from lithium aluminate and lithium orthosilicate of the VOM-23 experiment//J. Nucl. Mater., 155157 (1988) 544–548.
3. H. Moriyama, A. Okada, Y. Asaoka and Y. Ito The interactions of tritium with irradiation defects in solid breeder materials//J. Nucl. Mater., 179–181 (1991) 839–842.
4. M. C. Billone, H. Attaya, J.P. Kopasz Modeling of tritium behavior in Li_2O //, Argonne National Laboratory Rep., ANL/FPP/TM-260, August, 1992.
5. M. C. Billone, G. Federici, A.R. Raffray, S Tanaka//Progress in tritium retention and release modelling for ceramic breeders//Fus. Eng. Des., v. 28 (1995) 240–251.
6. Тажибаева, И., Кенжин Е., Чакров П., Аринкин Ф., Гизатулин Ш., Бекмухамбетов Е., Шестаков В., Чихрай Е., Кульсартов Т., Куйкабаева А., Kawamura H., Tshuchiya K. Использование реактора ВВР-К для длительных радиационных испытаний литиевой керамики Li_2TiO_3 для бланкета ТЯР. — ВАНТ. СЕР. Термоядерный синтез, 2007, вып. 2, с. 3–10.

7. Тажибаева, И., Шестаков В., Кенжин Е., Чихрай Е., Кульсартов Т., Куйкабаева А., Бекман И., Чаков П., Гизатулин Ш., Kawamura H., Tsuchiya K. Нарботка трития в литиевой керамике Li_2TiO_3 для бланкета термоядерного реактора. — ВАНТ, Сер. Термоядерный синтез, 2008, вып. 2, с. 3–12.
8. Tazhibayeva, I., Chikhray Y., Shestakov V., Kulsartov T., Kuykabaeva A., Kawamura H. Measurement System for In-pile Tritium Monitoring from Li_2TiO_3 Ceramics at wwrk. — J. Nucl. Mater., 2007, part 2., vol. 367–370, p. 1028–1032.
9. Тажибаева, И.Л., Кульсартов Т.В., Кенжин Е.А., Максимкин О.П., Доронина Т.А., Осипов И.С., Сильнягина Н.С., Турубарова Л.Г., Цай К.В., Желтов Д.А., Каширский В.В., Чихрай Е.В., Шестаков В.П., Куйкабаева А.А., Kawamura H., Tsuchiya K. Структура, состав и свойства облученной в реакторе ВВР-К литиевой керамики $\text{Li}_2\text{TiO}_3 + 5\%$ мол. TiO_2 для твердотельного керамического бланкета термоядерного реактора. — ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2008, вып. 1, с. 3–12.
10. A. Badawi, A. R. Raffray, M. A. Abdou//Analysis of tritium release from LiAlO_2 in the TEQUILA experiment, using the MISTRAL code//Fus. Eng. Des. v. 17 (1991) 73–78
11. A. R. Raffray, S. Cho, M. A. Abdou//Modeling of tritium transport in ceramic breeder single crystal//J. Nucl. Mater. v. 210 (1994) 143–160

Информационные технологии в оценке эффективности использования альтернативного топлива

Молоков Сергей Евгеньевич, магистрант
Тырышкин Дмитрий Александрович, студент
Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

В данной статье представлены прикладные аспекты информационных технологий при решении проблемы убывания невозобновляемых ресурсов. Разработана автоматизированная информационная система для расчета перевода котельной малой мощности на альтернативное топливо. Выявлена и обоснована необходимость модернизации оборудования для использования пеллетного топлива. Приводится оценка эффективности модернизации.

Ключевые слова: автоматизированная система, энергоэффективность, энергосбережение, эффективность модернизации, альтернативное топливо, энергия, экология

XI век принес человечеству новые проблемы. Одна из самых острых проблем — это проблема энергии, т. е. проблема убывания энергоресурсов. Что будет делать человечество, когда истощаться ресурсы угля, газа и нефти. Сегодня эта проблема не слишком касается России. Запасов ископаемых ресурсов хватит на многие десятилетия, но все же нерационально оставлять без внимания получение энергии из биомассы.

Самые инновационные технологии, которые будут появляться в будущем, будут относиться к биотопливу 3-го поколения. Например, переработка растительного сырья, органических остатков производства, а также отходов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных и т. д., чтобы в результате получить биопродукт — топливо. В настоящее время проводятся исследования в этом направлении.

Сейчас широкое распространение получило пеллетное биотопливо. Пеллеты — топливные гранулы, которые по своим характеристикам не уступают традиционному топливу, что обеспечивает довольно широкую область их применения. Сырьём для пеллет служат: опилки, стружка, горбыль, некачественная древесина, кора (лесопилки

просто выбрасывают сырьё), а также отходы сельского хозяйства (солома, копра льна и торф). Пеллеты экологически чистый материал, так как, в отличие от угольного топлива, выдают в атмосферу ровно столько CO_2 , сколько впитало дерево во время роста. Зола, образующаяся при сжигании пеллетных гранул составляет, как правило, до 1% по массе, причем ее можно использовать как удобрение [1].

В этой связи встает задача модернизации оборудования котельной при переводе ее на альтернативное топливо. Одной из важных задач в области модернизации производства является замена функционирующих основных средств на более совершенные с технической точки зрения аналоги, однако нужно выявить и обосновать необходимость модернизации оборудования для использования пеллетного топлива, а также провести оценку эффективности модернизации. Таким образом, данный вопрос требует детального технико-экономического обоснования.

Для упрощения работы инженеров, особенно на этапе проектирования целесообразно максимально автоматизировать расчеты, что приведёт к сокращению затрат времени, удешевлению комплекса трудоемких работ и

повышению его эффективности. Применение информационных технологий для решения такого рода задач позволит существенно расширить возможности специалистов в этой области. В связи с вышеизложенным, целью работы является разработка программного обеспечения для автоматизации расчетов по оценке эффективности модернизации котельной при переводе ее на пеллетное топливо.

Автоматизированная информационная система представляет собой совокупность информации, экономико-математических методов и моделей, технических, программных, технологических средств, предназначенную для обработки информации и принятия управленческих решений. Использование автоматизированных информационных систем позволяет: оптимизировать планы работы, быстро вырабатывать решения, четко маневрировать финансовыми ресурсами и т. д. [2].

При проектировании системы основной задачей являлось создание системы с удобным интерфейсом, имеющей широкий спектр возможностей для автоматизации. Система получает на вход огромное количество параметров по характеристикам котельной, составу топлива и позволяет получить в наглядном виде обработанную информацию, которая может быть использована для дальнейшего анализа при осуществлении модернизации.

Автоматизированная информационная система расчета перевода котельной малой мощности на альтернативное топливо написана на языке C# и базируется на основе Windows Presentation Foundation, в качестве базы данных используется Microsoft SQL Server 2016 Express. Необходимые для работы системы данные задаются в справочнике котельных, где задаются характеристики котлоагрегата, а также состав топлива, которые загружаются в соответствующие таблицы базы данных.

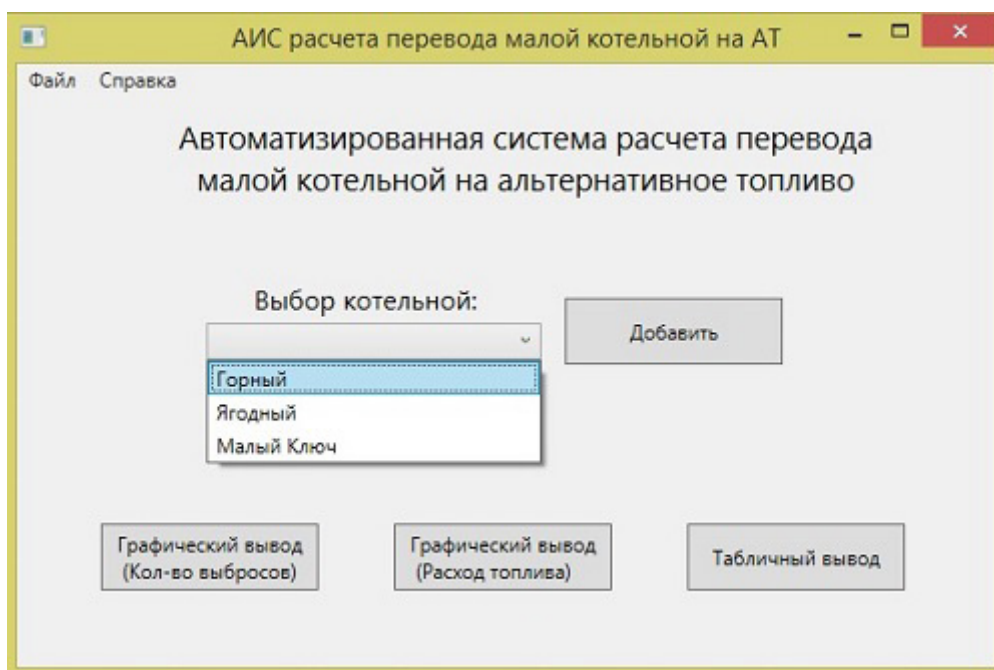


Рис. 1. Стартовое окно приложения

Работа системы состоит из нескольких составляющих:

1. Справочник котельных
2. Графический вывод
3. Табличный вывод

После выбора котельной и необходимого вида вывода информации, происходит расчет показателей. На рисунке 2 и рисунке 3 представлены результаты инженерных расчетов [3, 4].

Режим графического отображения реализуется путем вывода сравнительных диаграмм колонного вида двух типов — количества выбросов в граммах на секунду по трем ключевым параметрам: масса твердых веществ (зола), двуокиси азота, двуокиси серы, значения которых отображаются в граммах на секунду, а также суммарного объема продуктов сгорания — полного и удельного, зна-

чения в данном случае отображены в кубометрах на килограмм.

В режиме табличного отображения ключевые параметры разбиты на соответствующие столбы, виды топлива на строки. Имеется возможность сортировки результата по убыванию либо возрастанию.

По результатам обработки инженерных расчетов видно, что при использовании пеллетного биотоплива количество выбросов твердых веществ ниже в 120 раз, двуокиси серы в 90 раз, двуокиси азота без изменений. Полный объем продуктов сгорания ниже в 3,12 раз.

Автоматизированная обработка данных имеет ряд преимуществ перед традиционной, так как в данном случае снижается влияние «человеческого фактора», сокращается время на обработку информации, также АИС ис-



Рис. 2. Графического отображения информации по объему продуктов сгорания



Рис. 3. Графического отображения информации по объему продуктов сгорания

Табличный вывод

Сравнительная таблица выбросов, гр./сек. и объема продуктов сгорания, м.куб./кг.

ВидТоплива	ТвердыеВещества	ДвуокисьСеры	ДвуокисьАзота	ПродуктыСгорания	УдельныйОбъем
Пеллеты	0.0007	0.0009	2.9E-07	33.29	9.48
Уголь	0.084	0.072	2.9E-07	103.99	6.68

OK

Рис. 4. Табличное отображение информации

пользуют базы данных, объем которых не ограничен и в целом способны к расширению и трансформации для применения в смежных либо других предметных областях. Данная система может быть использована для любых ко-

тельных с различными видами котлоагрегатов, существует возможность задать любой расчетный вид топлива, изменив лишь значение его состава.

Литература:

1. Обзор рынка биотоплива: пеллеты [Электронный ресурс] URL: <http://eubp.ru/news-obzor-rynka-biotopliva-pelley-2.html> (дата обращения: 10.10.2015).
2. Молоков, С.Е., Биотопливо в энергетике [электронный ресурс] // Проспект Свободный — 2016: сб. ст. науч. конф. (Красноярск. 15–25 апреля 2016 г.). — Красноярск: Сиб, федер, ун, — т, 2016. — с. 64–67. URL: [http://posmi.sfu-kras.ru/digest2016/src/техническое/Техносферная %20безопасность.pdf](http://posmi.sfu-kras.ru/digest2016/src/техническое/Техносферная%20безопасность.pdf) (дата обращения: 01.09.2016)
3. Молоков, С.Е., Истягина Е.Б. Использование альтернативного топлива для котельной малой мощности // Современное состояние науки и техники: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. (Сочи. 04–09 февраля 2016 г.). — Сочи, 2016. — с. 111–114.
4. Преимущества автоматизированных информационных систем [Электронный ресурс] URL: <http://bukvi.ru/computer/preimushhestvo-avtomatizirovannyx-informacionnyx-sistem.html> (дата обращения 12.10.2016).

Литий-ионные аккумуляторы

Садовников Андрей Владимирович, студент;
Макарчук Владимир Васильевич, кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

В этой статье представлена история появления и развития литий-ионных аккумуляторов. Детально рассмотрен данный тип аккумуляторов и технические аспекты их функционирования, а также конструкция и принцип работы, разработанных к настоящему времени литий-ионных аккумуляторов. В заключении рассмотрены тенденции развития указанного класса изделий, следуя которым, по мнению авторов статьи, можно улучшить и расширить применение литий-ионных аккумуляторов в различных областях техники.

Введение

В последние годы ученые и инженеры-разработчики электронной аппаратуры все большее внимание уделяют аккумуляторам, которые могут обеспечивать длительное автономное питание электронных устройств. Итак, литий-ионные аккумуляторы — тип химического источника тока, получивший широкое распространение в современной мобильной технике. В настоящий момент производители практически полностью отказались от использования прочих типов аккумуляторных батарей в мобильных телефонах, поэтому чрезвычайно важно знать, как правильно пользоваться литиевыми источниками питания. В данной статье будут озвучены основные особенности устройства и использования Li-ion батарей, а также некоторые практические советы по их эксплуатации.

Литий-ионные аккумуляторы

Первые эксперименты по созданию литиевых батарей начались в 1912 году. Но только спустя шесть десятилетий, в начале 70-х годов, они впервые появились в бытовых

устройствах. Последовавшие вслед за этим попытки разработать литиевые аккумуляторы (рис. 1) оказались неудачными из-за возникших проблем в обеспечении безопасности их эксплуатации, так как литий является очень активным щелочным металлом [1].

Таким образом, исследователи повернули свой взор в сторону неметаллических литиевых аккумуляторов на основе ионов лития. Немного проиграв при этом в плотности энергии и приняв некоторые меры предосторожности при заряде и разряде, они получили более безопасные так называемые Li-ion аккумуляторы.

Плотность энергии Li-ion аккумуляторов — обычно вдвое превышает плотность стандартных NiCd-аккумуляторов, а в перспективе, с применением новых активных материалов, предполагается ее увеличить и достигнуть трехкратного превосходства над NiCd-аккумуляторами.

На сегодняшний момент существует множество разновидностей Li-ion аккумуляторов. Рассмотрим достоинства и недостатки, свойственные всем их типам.

Достоинства и недостатки

Основными преимуществами Li-ion-аккумуляторов являются:



Рис. 1. Литий-ионные аккумуляторы

— большая емкость при тех же самых габаритах по сравнению с аккумуляторами на основе никеля.

— низкий саморазряд.

— высокое напряжение единичного элемента (3.6 В против 1.2 В у NiCd и NiMH) упрощает конструкцию. Многие изготовители сегодня ориентируются на применение для сотовых телефонов именно такого одноэлементного аккумулятора. Однако, чтобы обеспечить ту же самую мощность, необходимо чтобы он мог отдавать более высокий ток. А это возможно только при низком внутреннем сопротивлении аккумулятора.

— низкая стоимость обслуживания (эксплуатационных расходов), поскольку отсутствует эффект памяти и не требуются периодические циклы разряда для восстановления емкости.

Основными недостатками Li-ion-аккумуляторов являются:

— необходимость встроенной схемы защиты (что ведет к дополнительному повышению его стоимости), которая ограничивает максимальное напряжение на каждом элементе аккумулятора во время заряда и предохраняет его от слишком низкого напряжения на элементе при разряде. Кроме того, она должна ограничивать максимальные токи заряда и разряда и контролировать температуру элемента.

— аккумулятор подвержен старению, даже если не используется и просто лежит на полке. Процесс старения характерен для большинства Li-ion-аккумуляторов. Небольшое уменьшение емкости заметно после одного года, вне зависимости от того, используется аккумулятор или нет. Через два или три года он часто становится непригодным к эксплуатации. Для уменьшения процесса старения необходимо хранить заряженный примерно до 40% от номинальной емкости аккумулятор в прохладном месте отдельно от телефона.

— более высокая стоимость по сравнению с NiCd-аккумуляторами.

По удельным характеристикам Li-ion аккумуляторы лидируют среди массово выпускаемых и занимают одно из первых мест среди применяемых электрохимических систем. Li-ion аккумуляторы обладают высокой удельной энергией (до 190 Вт • ч/кг), высоким разрядным напряжением (3,4–4 В и более, в зависимости от используемых электродных материалов), очень низким саморазрядом

(менее 3% в месяц) и длительным сроком службы (более 1000 циклов заряда/разряда, до снижения емкости на 20% от номинальной к тысячному циклу). В зависимости от материалов и конструкции эти аккумуляторы могут работать в интервале температур от –40 до +80°C. При этом их стоимость постоянно снижается, а область применения расширяется. На рис. 2 показаны возможные сочетания удельной энергии и удельной мощности у аккумуляторов различных типов.

Строение и классификация литий-ионных аккумуляторов

Деление Li+ аккумуляторов на высокоемкие, высокоемкие и промежуточные, занимающие место между двумя приведенными классами, носит условный характер (синие области на рис. 2). Суть этого разделения в следующем. Даже с учетом одного и того же электрохимического процесса сам аккумулятор, как конечное изделие, можно изготовить по-разному (рис. 3). Например, токопроводящую основу электрода (алюминиевая фольга на положительном электроде, медная — на отрицательном) в одном случае можно сделать тоньше и электродной массы нанести больше, а в другом — наоборот. Чем больше соотношение активных электродных масс, участвующих в электрохимических реакциях, к пассивным, не участвующим в них, тем выше удельные характеристики конечного изделия. Однако, чем меньше толщина медной фольги, тем меньший ток она может пропустить без перегрева. И наоборот, чем больше толщина слоя электродной массы, тем больше его сопротивление. То есть аккумулятор с более тонкой токопроводящей основой и более толстым слоем электродной массы будет иметь высокие показатели по запасаемой энергии, но низкую мощность, и наоборот. Поэтому для еще большего снижения сопротивления применяют активные материалы с меньшим размером частиц.

Варьируя толщину электродов, фольги, сепаратора и материалы положительного и отрицательного электрода, размеры частиц, производители могут изготовить аккумулятор с различными максимальными токами разряда и/или различной емкости в одном и том же типоразмере конечного изделия. Высокоемкие аккумуляторы (с высокими токами разряда) должны иметь и более массивные

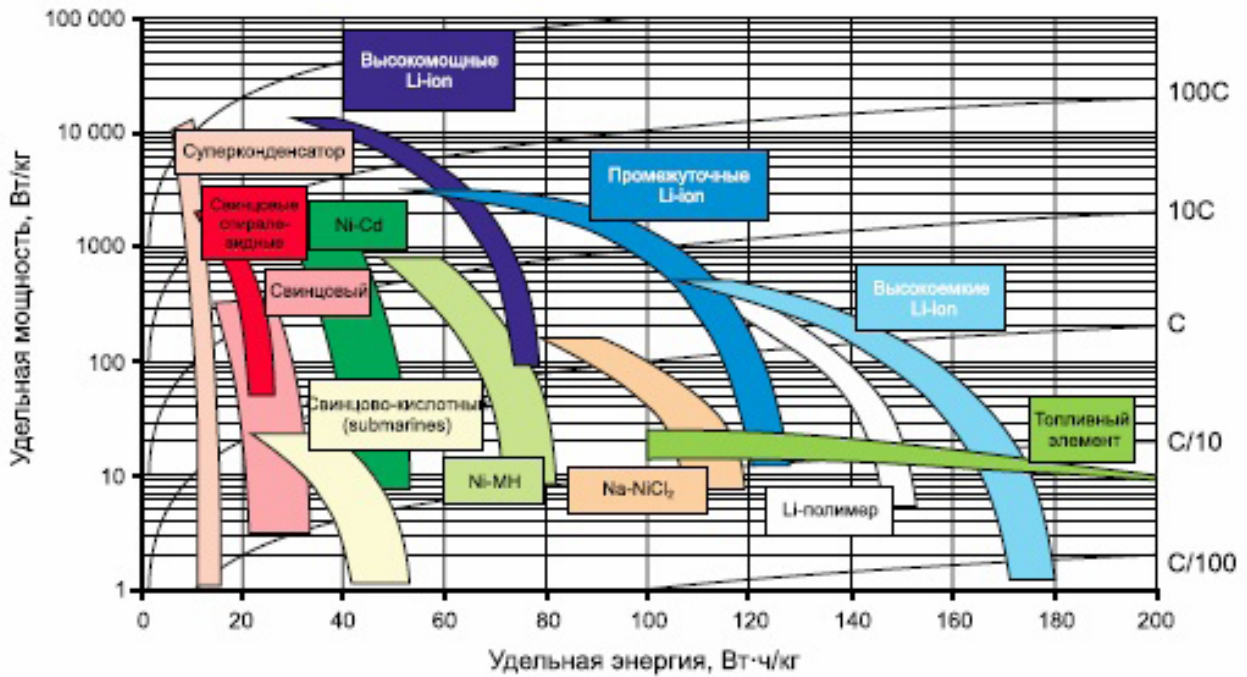


Рис. 2. Удельные характеристики различных типов аккумуляторов

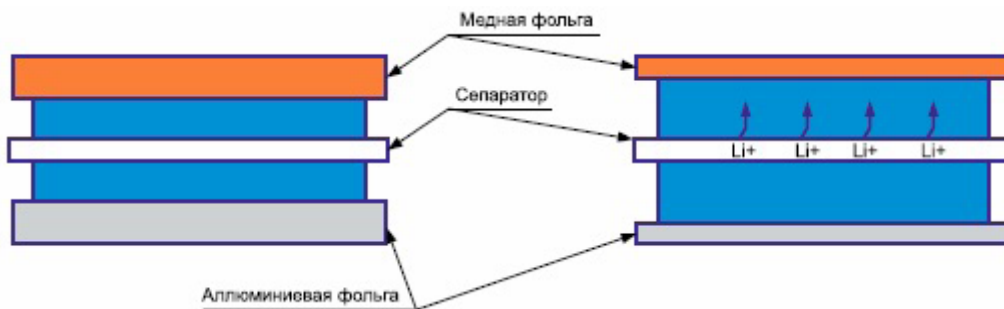


Рис. 3. Строение Li-ion аккумулятора

токовыводы, что предохраняет аккумулятор от перегрева при больших значениях тока. К тому же для увеличения тока разряда в состав электролита и активных масс можно вносить всевозможные добавки, увеличивающие проводимость [2].

Высокоемкие аккумуляторы обычно имеют небольшие размеры борнов (токосъемников) в сравнении с объемом корпуса аккумулятора. Такие борны рассчитаны на относительно малые токи разряда. Например, если аккумулятор имеет емкость 10 А/ч, то максимальный ток разряда составит 20 А (получасовой режим).

Высокоемкие и высокомоощные аккумуляторы предназначены для разных задач и имеют различное назначение, хотя иногда их совместно эксплуатируют в одном изделии: одни для стартерных режимов, другие — для питания слаботочной аппаратуры.

Принцип заряда

Метод заряда Li-ion аккумуляторов можно условно разделить на четыре этапа, это показано на рис. 4.

1) Подготовительный этап

Подготовительный этап необходим, когда напряжение на аккумуляторе ниже некоторого установленного значения. При долгом хранении аккумулятора вследствие саморазряда и/или потребления системы обеспечения функционирования (СОФ) его напряжение может упасть. Малый ток заряда обеспечивает постепенный выход активных электродных материалов на заданные уровни напряжения, при которых они штатно функционируют, после чего включается основной ток заряда. Данный режим призван обеспечить более долгую жизнь аккумулятора при выходе его из заданного диапазона напряжений. Подготовительный этап применяется и в случае заряда аккумулятора при низких температурах, например ниже +5°C — для «разогрева» электродных масс.

Первоначальный заряд малым током используется и для обеспечения безопасности аккумулятора при заряде. Если внутри аккумулятора произошло микроразрывное замыкание (или просто КЗ), то по истечении некоторого

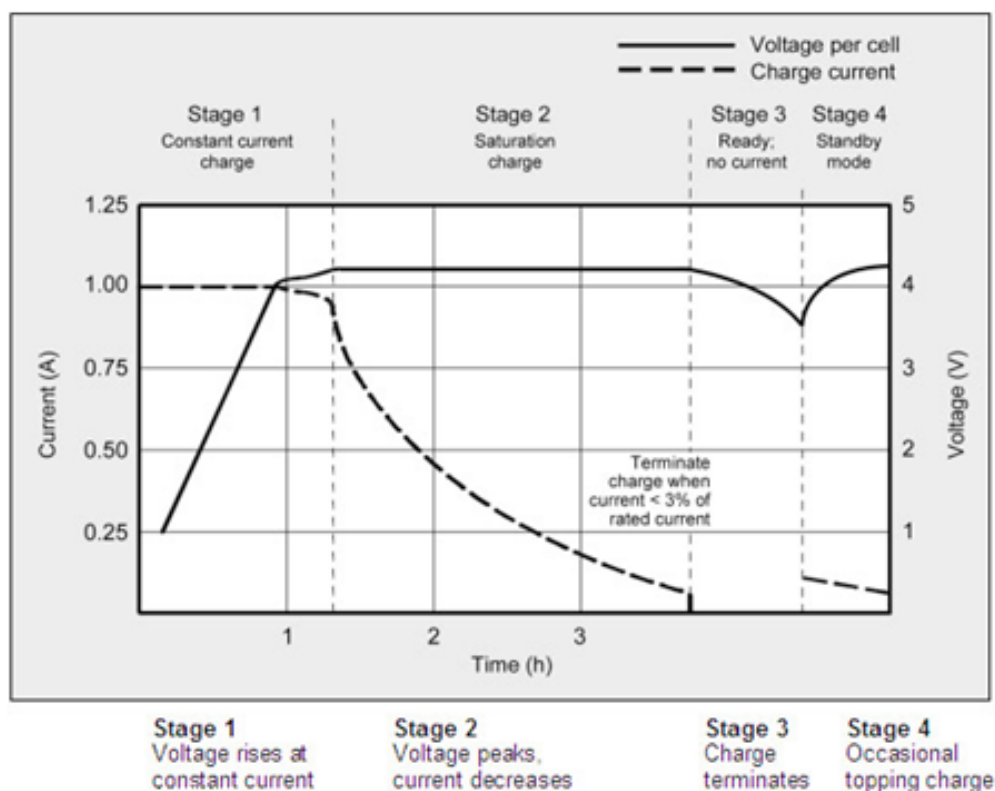


Рис. 4. Этапы зарядки Li-ion аккумуляторов

времени заряда напряжение на нем не будет возрастать. Этот факт может свидетельствовать о неисправности. Если начать заряд достаточно большим током сразу, то при КЗ может произойти сильный разогрев аккумулятора и его разгерметизация. Хотя СОФ имеет температурный датчик, при быстром заряде и относительно большой теплоемкости аккумулятора и высоком конечном значении теплопроводности разгерметизация может произойти немного раньше, чем СОФ отключит аккумуляторы от заряда. Функция заряда малым током часто возлагается не на зарядное устройство, а на СОФ батареи. В схеме СОФ это может быть дополнительный MOSFET транзистор, управляющий зарядом, включенный через последовательный резистор, ограничивающий ток, подключенный к аккумуляторной батарее.

2) 1 этап

На этом этапе заряд осуществляется номинальным током, который измеряется в долях от номинальной емкости аккумулятора (Сн). Например, емкость аккумулятора 10 А·ч, номинальный ток заряда 0,2Сн, то есть 2 А — пятичасовой режим заряда. Понятно, что потребитель хочет, чтобы заряд осуществлялся как можно быстрее — в течение 1–2 ч, что соответствует 0,5–1Сн. Такой режим заряда обычно называют ускоренным. Для нормальной работы аккумулятора номинальный ток заряда лежит в пределах 0,2–0,5Сн, а ускоренный, как уже говорилось, — в диапазоне 0,5–1Сн. Каким максимальным током можно заряжать тот или иной аккумулятор, можно узнать в документации на конкретный тип устройства.

Чем выше ток заряда, тем меньше аккумулятор «наберет» емкости и тем пристальней необходимо следить за разогревом, чтобы его температура не вышла за установленный предел. При большом токе заряда существенно продлевается время 2-го этапа (рис. 4), когда ток постепенно падает до определенного предела. Так, например, при токе заряда 1Сн и отводимом на заряд времени в 1 ч аккумулятор достигнет своего конечного напряжения за 45–50 мин. Любой аккумулятор имеет внутреннее сопротивление. Падение напряжения на внутреннем сопротивлении при большом токе заряда приведет к более быстрому достижению конечного зарядного напряжения. При достижении конечного напряжения заряд перейдет ко второму этапу — падающему току при постоянном напряжении. За оставшееся время 10–15 мин. аккумулятор «наберет» еще 0,1–0,15Сн, что в сумме составит не более 0,85–0,95Сн. При более коротком режиме заряда и лимите времени зарядная емкость будет еще меньше.

Ускоренный и номинальный режим заряда необходимо чередовать, особенно при заряде батарей, состоящих из нескольких последовательно соединенных аккумуляторов. При номинальном токе заряда возрастает его продолжительность. Увеличение времени заряда способствует лучшей балансировке аккумуляторов в батарее [3]. Чем больше время такой балансировки, тем лучше будут сбалансированы аккумуляторы по емкости и, в конечном итоге, батарея отдаст емкость, близкую к номинальной при разряде.

3) 2 этап

Второй этап — это заряд при постоянном напряжении и падающем до определенного значения токе. Например, процесс считается завершенным при установлении тока заряда менее $0,1-0,05C_n$ (в нашем примере 100 мА). Время заряда падающим током также зависит от срока службы и количества циклов заряд/разряд

После окончания заряда напряжение на аккумуляторе падает на $0,05-0,1$ В (рис. 4), приходя к своему равновесному состоянию. Держать аккумулятор продолжительное время (десятки часов) при конечном напряжении (например, $4,2-4,3$ В) не рекомендуется, поэтому после фазы падающего тока желательно прекратить заряд [4].

Производители электроники предоставляют уже готовые схематехнические решения, реализующие описанный выше алгоритм заряда, выполненные в одном корпусе микросхемы — например MAX1551, MAX745 и т. д. Одна из популярных микросхем, применяемых для заряда Li-ion аккумуляторов мобильных телефонов, фототехники и т. д. от сети постоянного тока $12-24$ В — МС34063.

4) Stand by этап

Если Li-ion аккумуляторная батарея должна быть в зарядном устройстве для эксплуатационной готовности, то некоторые зарядные устройства применяют кратковременный подзаряд аккумулятора, чтобы компенсировать его небольшой саморазряд. Зарядное устройство срабатывает, когда напряжение в цепи падает до $4,05$ В/батарею и выключить при достижении $4,20$ В/батарею. Зарядные устройства, сделанные для работы в режиме эксплуатационной готовности, или режиме ожидания, часто дают упасть напряжению до $4,00$ В/батарею и зарядиться только до $4,05$ В/батарею вместо $4,20$ В/батарею. Это приводит к продлению срока службы батареи [5].

Применение и тенденции развития

Литий-ионные технологии находятся лишь на старте реализации потенциала и повсеместного промышленного внедрения. В частности Li-ion аккумуляторы применяются в авиалайнерах, автомобилях, судах. Например, компания Boeing улучшила саму технологию производства аккумуляторов так, чтобы предотвращать прорыв элементов при повышении температуры, и изменила их конструкцию с уменьшением тепловыделения. Кроме того, была усовершенствована система зарядки. И наконец, специалисты Boeing разработали новую конструкцию батарейного отсека, которая могла бы защитить самолет в случае, если отказ аккумуляторов все-таки произойдет. Еще одна сфера, где применение литий-ионных технологий дало качественный скачок в развитии целой индустрии — это электромобили. Одним из лидеров по разработке, производству и продвижению электромобилей на литий-ионных

аккумуляторах является американская компания «*Tesla Motors*». Для обеспечения своих автомобилей источниками питания компания даже планирует построить завод по производству литий-ионных аккумуляторов полного цикла. Помимо этого, в 2016 году в Норвегии планируют спустить на воду электропаром. Судно, разработанное специалистами немецкой компании «*Siemens*» и норвежской судовой верфи «*Fjellstrand*», будет оборудовано двумя электродвигателями, работающими от литий-ионных аккумуляторов, и сможет перевозить на борту 120 автомобилей и 360 пассажиров. Еще одним примером является японская компания «*Hirobo*» из Хиросимы, инженеры которой сконструировали одноместный электрический вертолет «*Hirobo Bit*», развивающий скорость до 100 км/ч. Электрический двигатель, в отличие от обычных, работает практически бесшумно, а одного заряда аккумуляторов хватает на 30 минут непрерывного полета.

Таким образом дальнейшее развитие Li-ion аккумуляторов направлено на увеличение мощности и емкости при минимизации размеров. В частности, применение кремниевых нанопроводов вместо графитовых анодов позволит втрое увеличить емкость аккумуляторных батарей и до 10 минут сократить время их зарядки. Использование Li-ion аккумуляторов большой емкости приведет к повышению экологичности за счет снижения выбросов углекислого газа у транспортных средств более, чем на 25 %.

Выводы

Сегодня Li-ion аккумуляторы по праву считаются лучшими электрохимическими источниками электропитания различных устройств. Благодаря относительно малому весу и большой удельной емкости они наиболее часто применяются в мобильных устройствах. За счет развития науки и техники Li-ion аккумуляторы преодолели свои главные недостатки: стабильность работы и большие токи разряда, чем потеснили никель-металлгидридные (Ni-MH) и никель-кадмиевые (Ni-Cd) аккумуляторы. В дальнейшем планируется увеличить эффективность Li-ion аккумуляторов еще в два раза, что позволит полностью заменить аккумуляторы указанных выше типов. Кроме того, были специально разработаны Li-polymer аккумуляторы, которые обладают еще большей емкостью и надежностью по сравнению с Li-ion аккумуляторами.

В 2014 году французскими учеными были разработаны Na-ion аккумуляторы, которые в настоящее время являются наиболее эффективными из всех известных типов аккумуляторов, которые сейчас проходят завершающую стадию доработки и тестирования, что позволит в перспективе заменить ими Li-ion и Li-polymer аккумуляторы.

Литература:

1. Таганова, А. А., Бубнов Ю. И., Орлов С. Б. Герметичные химические источники тока: элементы и аккумуляторы. Оборудование для испытаний и эксплуатации: Справочник СПб.: Химиздат, 2005., 52 стр.

2. Современные Li-ion аккумуляторы. Типы и конструкция. Журнал «Компоненты и технологии» № 11 за 2013 год., стр. 67–74
3. Рыкованов, А. С. Системы баланса Li-ion аккумуляторных батарей// Силовая электроника. № 1 за 2009., стр. 52–55
4. Способы заряда Li-ion аккумуляторов и батарей на их основе. Журнал «Компоненты и технологии» № 11 за 2012 год., стр. 48–53
5. Электронный ресурс BU-409: Charging Lithium-ion., http://batteryuniversity.com/learn/article/charging_lithium_ion_batteries

Комплексное использование отходов углеобогащения ОАО ЦОФ «Беловская»

Свечникова Наталья Юрьевна, кандидат технических наук, доцент;

Коновницына Надежда Сергеевна, студент;

Игуменшева Екатерина Андреевна, студент;

Кухаренко Олег Геннадьевич, студент

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова (Челябинская обл.)

Изучены отходы флотации ОАО ЦОФ «Беловская» с целью возможности их использования в строительной и энергетической промышленности. Предлагается комплексное использование отходов углеобогащения в качестве отощающей добавки в глиняную шихту для производства керамического кирпича полусухим методом и добавки в горючую смесь для сушки угольного концентрата в топках низкотемпературного кипящего слоя в условиях ЦОФ «Беловская».

Ключевые слова: уголь, отходы флотации, топка низкотемпературного кипящего слоя (НТКС), керамический кирпич

В результате деятельности обогатительных фабрик образуется большое количество отходов флотации. Поэтому в настоящее время одной из актуальных проблем является необходимость их утилизации.

Многочисленные исследования показывают, что отходы углеобогащения можно весьма эффективно использовать в различных отраслях народного хозяйства [1, с. 15]:

- в энергетических целях — в установках для сжигания высокозольных отходов;
- в черной и цветной металлургии — для производства огнеупоров, в качестве сырья и сырьевых добавок при производстве кремне-алюминиевых сплавов, карбидкремниевых материалов, кислородных соединений алюминия и др.;
- в строительной промышленности — для производства кирпича, керамзита, железобетонных изделий и др. [2, с. 300];
- в химической промышленности — в качестве компонента при получении сернистых соединений;
- в газовой и нефтедобывающей промышленности — для приготовления тампонажных растворов;
- в сельском хозяйстве — в качестве удобрений и добавок к ним.

В работе были изучены отходы с ленточного фильтр-пресса флотационного отделения ОАО ЦОФ «Беловская» с целью возможности использования их в энергетических целях, а также в строительстве, в качестве дешевого и доступного строительного материала.

В табл. 1, 2 и 3 представлен технический и ситовый анализ отходов, а также полуколичественный анализ минеральной части отходов углеобогащения ОАО ЦОФ «Беловская».

Полученные результаты показали, что данные параметры позволяют использовать отходы в установках по сжиганию высокозольного топлива [3, с. 283].

Было предложено использование их в качестве добавки к рядовым углям марки «Г» в топках низкотемпературного кипящего слоя (НТКС) для сушки угольного концентрата в условиях ЦОФ «Беловская» [4, с. 6], [5, с. 38], [6, с. 200], [7, с. 19], [8, с. 246].

В табл. 4 приведены теплотехнические параметры сушки концентрата в топке НТКС с производительностью 164 т/ч.

Оптимальной по низшей теплоте сгорания рабочего топлива и расходу сжигаемой смеси выбрана смесь состава: 10% отходов и 90% рядового угля марки «Г». При этом низшая теплота сгорания смеси 10:90 составила 19573 кДж/кг, а расход сжигаемой смеси составил 1526 т/ч.

Также были проведены исследования возможности использования отходов ЦОФ «Беловская» в строительной промышленности.

Таблица 1. Технический анализ отходов флотации ЦОФ «Беловская»

Влажность, %	Зольность, %	Выход летучих веществ, %	Содержание серы, %	Плотность, кг/м ³
19,7–20,0	49,2–68,9	16,6–16,8	0,5–0,64	1974–1980

Таблица 2. Анализ минеральных компонентов в отходах флотации ЦОФ «Беловская»

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	TiO ₂	P ₂ O ₅
26,8–46,3	8,8–11,1	1,3–3,9	2,2–3,9	1,1–2,8	0,6–1,2	0,34–0,68	0,1–0,26

Таблица 3. Ситовый анализ отходов ЦОФ «Беловская»

Класс, мм	Вес, г	Выход, %	Зольность, %	∑Выход, %	∑Зольность, %
13,0–2,50	16,18	16,18	51,16	16,18	51,16
+1,60	5,64	5,64	52,18	21,82	51,67
+0,63	17,12	17,12	44,70	38,94	49,35
+0,40	10,34	10,34	35,03	49,28	45,77
+0,315	7,22	7,22	37,65	56,5	44,14
+0,20	9,32	9,32	42,38	65,82	43,85
+0,16	5,35	5,35	49,54	71,17	44,66
+0,10	10,48	10,48	54,00	81,65	45,83
+0,063	2,64	2,64	61,45	84,29	47,57
+0,050	12,24	12,24	66,30	96,53	49,44
+0,008	3,47	3,47	70,89	100	51,39

Таблица 4. Результаты расчёта горения в НТКС смеси отходов и рядового угля марки Г

Показатель	Отходы 100%	Отходы: уголь 30%: 70%	Отходы: уголь 10%: 90%
Теплота сгорания низшая рабочая, кДж/кг	1811	15626	19573
Расход тепла на испарение влаги, ГДж	48380	48380	48380
Объём продуктов сгорания смеси, м ³ /кг	1,17	5,83	9,30
Температура продуктов сгорания, °С	1050	1563	1960
Энтальпия продуктов сгорания, кДж/м ³	2060	2583	3308
Энтальпия воздуха на разбавление, кДж/м ³	26	26	26
Объём сушильного агента, м ³ /кг	5,6	39,8	79,2
Расход сжигаемой смеси, т/ч	19,155	3,033	1,526

Были определены такие показатели отходов, как:

$$\text{условный силикатный модуль отходов: } n_y = \frac{\text{SiO}_2}{1,67\text{Al}_2\text{O}_3} = 1,8$$

$$\text{алюможелезистый модуль: } k = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2} = 0,4$$

Оценена огнеупорность расчетным способом как температура плавления:

$$t_{\text{пл}} = \frac{(360 + \text{Al}_2\text{O}_3 - R)}{0,228} = \frac{(360 + 24,89 - 16,27)}{0,228} = 1616^\circ\text{C},$$

где Al₂O₃ — приведенное содержание оксида алюминия, т. е. скорректированное с условием: Al₂O₃ + SiO₂ = 100; R — сумма плавней (CaO + MgO + Na₂O + K₂O + TiO₂ + Fe₂O₃), рассчитанная из того же условия.

Анализ полученных данных показал, что наиболее рациональным является использование отходов (с содержанием Al_2O_3 менее 15% и углерода более 15%) в качестве отошающей добавки в глиняную шихту для производства керамического кирпича полусухим методом.

Таким образом, в работе были изучены отходы флотационного отделения ОАО ЦОФ «Беловская» и предложено их комплексное использование в энергетических целях, в качестве добавки в горючую смесь с рядовым углем марки «Г» в топках низкотемпературного кипящего слоя (НТКС) для сушки угольного концентрата. А также в качестве отошающей добавки в глиняную шихту для производства керамического кирпича полусухим методом.

Предложенные методы утилизации отходов позволят увеличить резерв топлива, снизить затраты на сушку концентратов в условиях ЦОФ «Беловская», сократить нерациональное отчуждение земельных ресурсов, а также заменить дефицитное строительное сырье дешевым и более доступным.

Литература:

1. Шпирт, М. Я., Артемьев В. Б., Силютин С. А. Использование твердых отходов добычи и переработки углей. М: «Горное дело», 2013. — 432 с.
2. Горчаков, Г. И., Баженов Ю. М. Строительные материалы: Учеб. для вузов. — М: Стройиздат, 1986. — 688 с.
3. Вискин, Ж. В. Сжигание угля в кипящем слое и утилизация его отходов. — Донецк: Типография «Новый мир», 1997. — 283 с.
4. Петухов, В. Н., Осина Н. Ю., Юнаш А. А., Саблин А. В. Разработка нового реагентного режима флотации углей на основе результатов изучения термодинамических параметров адсорбции углеводородов на угольной поверхности// Кокс и химия. — 2007. — № 9. — с. 6–9.
5. Петухов, В. Н., Свечникова Н. Ю., Юдина С. В., Горохов А. В., Лавриненко А. А., Харченко В. Ф. Использование отходов флотации угля для энергетических целей в условиях ОАО «ЦОФ» «Беловская»// Кокс и химия. — 2016. — № 5. — с. 38–41.
6. Svechnikova, N. Yu., Petukhov V. N., Yudina S. V., Gorokhov A. V., Lavrinenko A. A., Kharchenko V. F. Utilization of coal-flotation wastes at ОАО TSOB Belovskaya//Coke and Chemistry. — 2016. — Т. 59. — № 5. — с. 200–203.
7. Свечникова, Н. Ю., Юдина С. В., Мамедалина Н. И. Анализ отходов флотационного обогащения углей// Теория и технология металлургического производства. — 2015.-№ 1 (16). — С. 19–21.
8. Мамедалина, Н. И., Свечникова Н. Ю., Юдина С. В. Использование отходов флотации в энергетических целях на ЦОФ «Беловская»// Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. — 2015. — Т. 1. — № 1. — с. 246–249.

Обзор существующих систем кондиционирования воздушных судов

Ткачева Виктория Романовна, магистрант;

Галка Галина Александровна, старший преподаватель
Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону)

В данной статье рассматриваются современные системы кондиционирования воздуха летательных аппаратов, их принципиальные схемы, а также достоинства и недостатки.

Ключевые слова: летательный аппарат, кондиционирование, нормальные условия существования, система кондиционирования, наддув, воздухо-воздушный теплообменник, турбохолодильник, испарительный теплообменник

Летательный аппарат (ЛА) — это техническое устройство, предназначенное для полетов в космическом либо воздушном пространстве. Чем выше ЛА поднимается над поверхностью земли, тем больше отличаются условия за его бортом от нормальных наземных условий существования человека. В первую очередь это понижение температуры и атмосферного давления.

Как известно экипаж и оборудование могут существовать в нормальных наземных условиях либо при их не-

значительных отклонениях. Такие условия создаются системами жизнеобеспечения ЛА и экипажа, одной из которых является система кондиционирования воздуха (СКВ).

Кондиционирование воздуха представляет собой автоматическое поддержание в помещениях требуемых параметров воздуха с целью создания, главным образом, оптимальных (комфортных) условий жизнеобеспечения людей. Кондиционирование воздуха и комплекс технических ре-

шений в совокупности представляют собой систему кондиционирования воздуха (СКВ).

В состав СКВ входят технические средства приготовления, перемешивания и распределения воздуха, приготовления холода, а также технические средства хладо- и теплоснабжения, автоматики, дистанционного управления и контроля [2].

Системы кондиционирования ЛА являются частным случаем СКВ, в них осуществляется обработка воздуха в более сложных условиях и по большему числу параметров, таких как температура, относительная влажность, чистота, скорость движения [1]. Данные системы находятся на более высоком уровне по сравнению с наземными системами кондиционирования.

СКВ воздушных судов предусмотрены для создания и поддержания в них:

- установленных нормами допускаемых условий воздушной среды;
- искусственных климатических условий в соответствии с технологическими требованиями производства;
- оптимальных (или близких к ним) гигиенических параметров воздушной среды в производственных помещениях;

В общем случае бортовая система кондиционирования в герметичной кабине при любых атмосферных условиях и для всех режимов полета должна поддерживать заданные

давление, температуру, влажность, физико-химический состав воздуха, а также допустимый уровень шума [1].

В соответствии с этими задачами в СКВ воздушных судов (рис. 1):

1. агрегаты оборудования;
2. приборы автоматического регулирования;
3. приборы ручного управления;
4. контрольная аппаратура;
5. сигнализационная аппаратура;
6. вспомогательное оборудование.

Основные требования норм летной годности самолетов к работе СКВ:

1. СКВ ЛА должна обеспечивать заданные параметры воздух на всех режимах полета, а также на земле независимо от внешних климатических условий.
2. Функционирование СКВ в кабине не должно зависеть от работы других систем, использующих общие с ней источники сжатого воздуха.
3. СКВ должна состоять из основной и дублирующей подсистем, где вторая подсистема поддерживает нормальные условия существования экипажа, пассажиров и оборудования при выходе из строя первой.
4. Температура воздуха в кабине и в отсеках должна задаваться и управляться независимо.
5. На ЛА с продолжительностью полета больше двух часов необходимо предусматривать систему увлажнения.

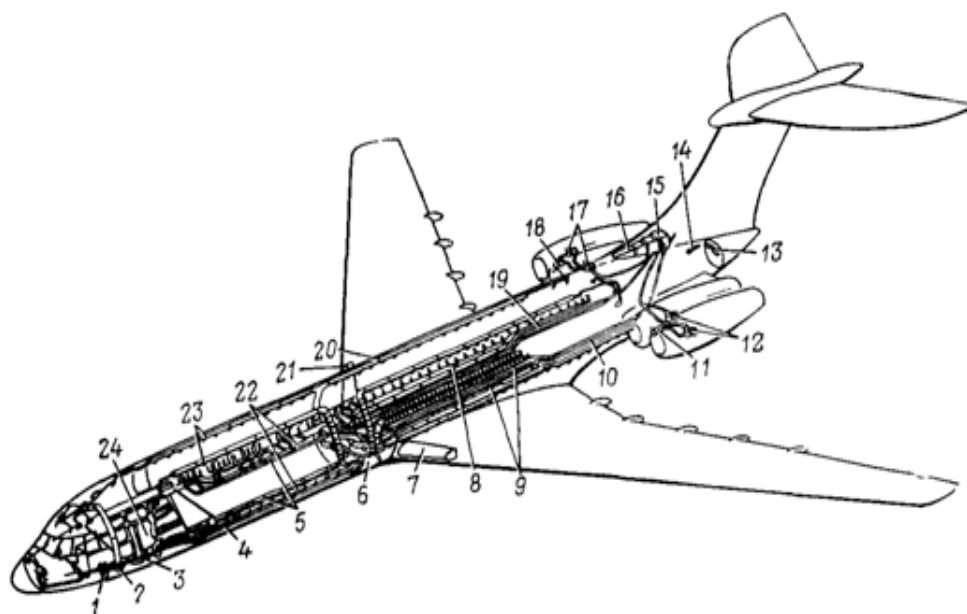


Рис. 1. Схема размещения элементов системы кондиционирования: 1 — выпускные и предохранительные клапаны; 2 — клапан сброса; 3 — вентиляторы охлаждения радиоаппаратуры; 4 — распределительный трубопровод кабины экипажа; 5 — рециркуляционный трубопровод; 6 — кабина холодильной установки; 7, 21 — холодильный испарительные установки; 8, 22 — распределительные трубопроводы пассажирской кабины; 9 — рециркуляционный трубопровод. 10 — подводящий трубопровод левой системы; 11, 16, 18 — воздухозаборники, 12, 17 — кабинные нагнетатели, 13 — выпускной и предохранительный клапаны; 14, 24 — устройство для увеличения тяги; 15 — теплообменник; 19 — подводящий трубопровод правой системы; 20, 23 — подводящий трубопровод жалюзи

На воздушных судах применяют следующие виды СКВ:

1. Одноступенчатые двухкаскадные системы кондиционирования воздуха;
2. Одноступенчатые трехкаскадные системы кондиционирования воздуха;
3. Двухступенчатая четырехкаскадная система кондиционирования воздуха.

Рассмотрим некоторые из перечисленных систем кондиционирования воздуха.

Одноступенчатые двухкаскадные системы кондиционирования самолетов делятся на систему с конвективным теплообменом (см. рис. 2) и систему с панельным теплообменом (см. рис. 3).

В СКВ с конвективным теплообменом атмосферный воздух забирается воздухозаборником, очищается от механических примесей в фильтре и поступает в компрессор двигателя. Основная масса воздуха после сжатия в компрессоре направляется в камеру сгорания самолетного двигателя, а часть его отбирается в СКВ кабин. После

воздух проходит перекрывной кран, регулятор — ограничитель абсолютного давления, обратный клапан, газовый фильтр и через распределительный кран поступает в другие агрегаты системы кондиционирования [1].

Воздух охлаждается в воздухо-воздушном теплообменнике заборным воздухом, подаваемым под скоростным напором или нагнетаемым вентилятором турбоохладителя непосредственно на турбину или в компрессор. При этом первым каскадом охлаждения является теплообменник, а вторым — турбоохладитель.

Окончательно охлажденный воздух поступает во влагоотделитель для предотвращения попадания влаги в СКВ. Но перед поступлением в коллектор кабины воздух увлажняется. Из коллектора воздух направляется по трубопроводам к отдельным агрегатам и в кабину.

Температура воздуха в пассажирской кабине регулируется при помощи термостата.

Рассмотренная система кондиционирования получила широкое распространение, но она имеет два суще-

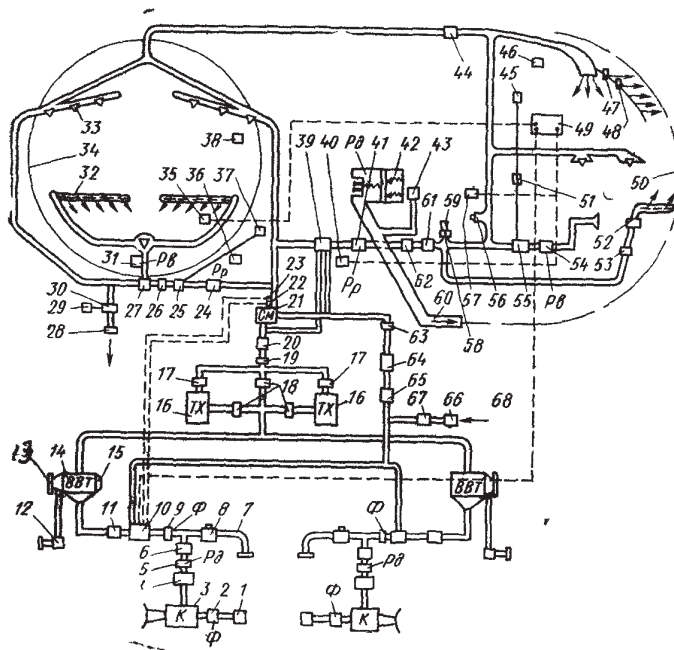


Рис. 2. СКВ с конвективным теплообменом: 1 — воздухозаборник двигателя; 2,9 — фильтры (ф); 3 — компрессор двигателя (к); 6,27 — обратные клапаны; 7 — штуцер к наземному кондиционеру; 8,18,26,58,61 — заслонки; 10 — распределительный кран; 11 — сепаратор влаги; 12,64 — генераторы тепла; 13 — воздухозаборники теплообменника; 14 — воздухо-воздушный теплообменник (ВВТ); 15 — выходная заслонка; 16 — турбоохладитель (ТХ); 17 — влагоотделитель; 19 — глушитель шума; 20 — расходомер воздуха; 21 — смеситель; 22 — датчик температуры; 23 — задатчик температуры; 24,44 — регуляторы расхода (Рр); 25,55 — увлажнители; 28 — воздух из туалета; 29 — привод заслонки; 30 — заслонка; 31 — регулятор влажности (Рв); 32,33,39 — распределители воздуха; 34 — пассажирская кабина; 35 — термостат; 36 — электромагнитный клапан; 37 — бак для воды; 38 — термометр; 40 — сервопривод; 42 — регулятор давления (Рд); 43,46 — предохранительные клапаны; 44,62 — межкабинные клапаны; 45 — бочок для воды; 47 — ограничитель температуры остекленения; 48 — осушительный патрон; 49 — щиток; 50 — кабина экипажа; 51 — электромагнитный клапан; 52,63 — расходомер; 53,67 — дроссельная заслонка; 54 — регулятор влажности; 56 — воздух в камбуз; 57 — термостат; 59 — воздух в туалет; 60 — выброс воздуха в атмосферу; 65 — регулятор давления; 66 — воздухозаборник; 68 — воздух из атмосферы

ственных недостатка: перепад между температурой внутренней стенки кабины и воздухом и неравномерность распределения охлаждающего воздуха по кабине, вследствие чего температура воздуха может отличаться от требуемой.

Для их устранения используют систему кондиционирования с панельным теплообменом, в которой воздух, отбираемый от двигателя, поступает в воздухо-воздушный теплообменник и турбоохладитель. Далее воздух поступает через обратный клапан, увлажнитель и другие элементы системы в обогревательные панели кабины, саму кабину экипажа и пассажирскую кабину. После он выбрасывается в атмосферу через насадки [1].

Главный недостаток рассмотренной СКВ — утяжеление конструкции воздушного судна.

На самолетах с большими скоростями полетов и малыми габаритами, например, на истребителях, применяются преимущественно одноступенчатые трехкаскадные системы кондиционирования.

В данной системе третья ступень представлена в качестве испарительного теплообменника, в котором происходит охлаждение воздуха, прошедшего первые две ступени — воздухо-воздушный теплообменник (ВВТ) и турбоохладитель (ТХ).

Испарительные теплообменники работают по открытому циклу, при этом воздух охлаждается за счет скрытой теплоты испарения хладагентов.

В отличие от СКВ самолетов на вертолете Ми-26Т система кондиционирования использует горячий воздух, отбираемый за четвертой ступенью каскада высокого давления компрессоров двигателей. В случае выхода из строя одного из двигателей работоспособность системы обеспечивается другим. Кроме этого на вертолете предусмотрена вентиляция кабины экипажа наружным воздухом.

В наземных условиях при неработающих двигателях горячий воздух для СКВ подается от бортовой вспомогательной силовой установки ТА-8В или от наземной установки воздушного запуска. Конструктивно СКВ выполнена таким образом, что позволяет включать кондиционирование воздуха экипажа и обогрев грузовой кабины как одновременно, так и отдельно [4].

Система регулирования давления обеспечивает наддув и поддержание требуемого избыточного давления в кабинах экипажа и сопровождающих.

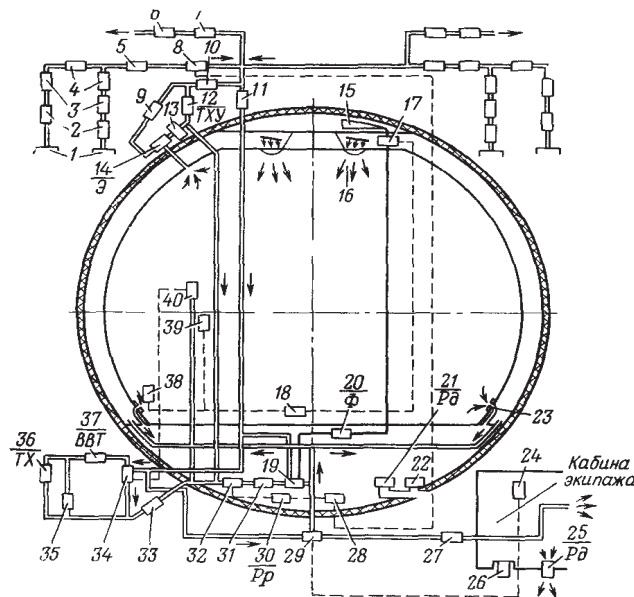


Рис. 3. Система кондиционирования с панельным теплообменом: 1 — отбор воздуха из двигателя; 2 — перекрывной кран; 3 — ограничитель давления; 4,5,33 — обратные клапаны; 6 — заслонка к противообледенительной системе; 7 — перекрывной кран; 8 — дроссельная заслонка; 9 — перекрывной кран эжектора; 10 — перекрывной кран дублирующей системы; 11 — перекрывной кран основной системы; 12 — турбоохладительная установка дублирующей системы (ТХУ); 13 — обратный клапан; 14 — эжектор дублирующей системы (Э); 15 — бак для воды; 16 — воздухоподводящие отверстия; 17 — соленоидный клапан; 18 — усилитель; 19 — увлажнитель; 20 — фильтр (Ф); 21 — регулятор давления в кабине (Рд) 422, 26 — предохранительный клапан; 23 — насадки; 24 — термостат; 26 — регулятор давления (Рд); 27 — перепускной клапан; 28 — синхронизатор расхода; 29 — распределительный кран; 30 — регулятор расхода (Рд); 31 — глушитель шума; 32 — задатчик расхода; 34 — перекрывной и распределительный кран; 35 — перепускной клапан; 36 — турбоохладитель (ТХ); 37 — воздухо-воздушный теплообменник (ВВТ); задатчик влажности; 39 — датчик влажности; 40 — термостат

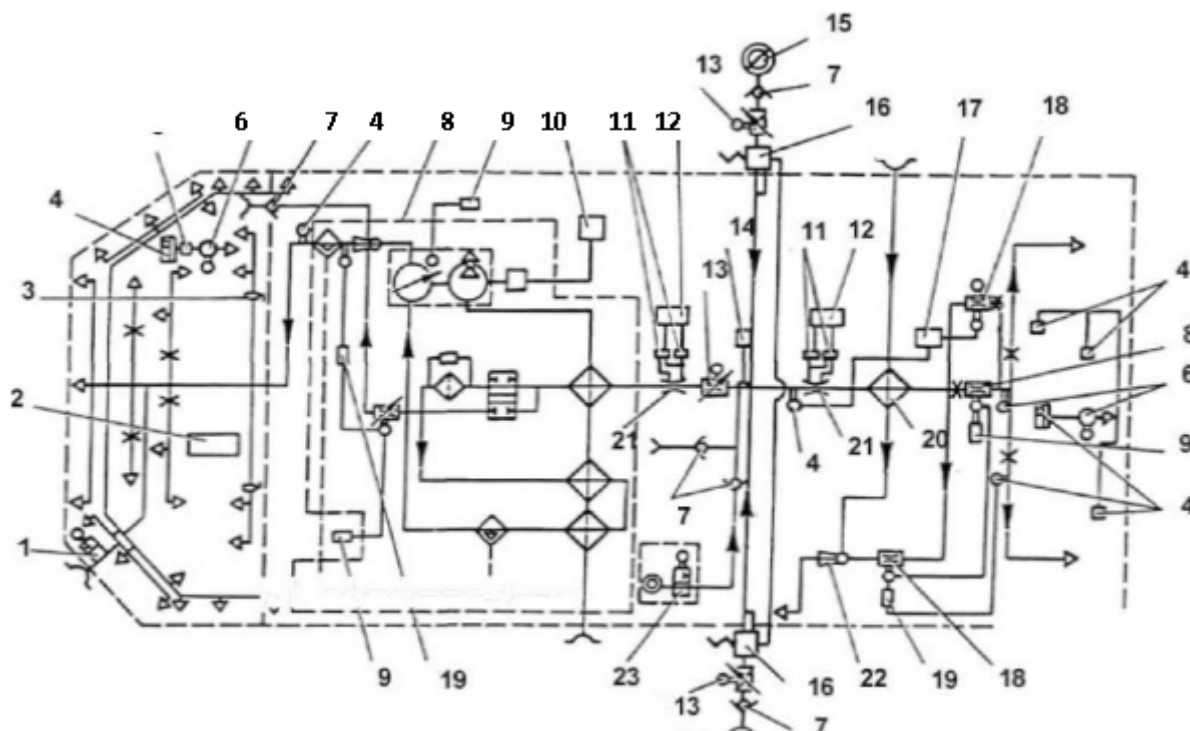


Рис. 4. Схема размещения системы кондиционирования воздуха: 1 — заслонка; 2 — блок согласования; 3 — ручная заслонка; 4 — приемник температуры; 5 — внутрикабинный термометр; 6 — электровентиль; 7 — обратный клапан; 8 — блок агрегатов; 9 — блок управления; 10 — сигнализатор оборотов; 11 — измерительный комплекс давления; 12 — прибор вычисления расхода воздуха; 13 — перекрывная заслонка; 14 — сигнализатор давления; 15 — двигатель; 16 — регулятор избыточного давления; 17 — сигнализатор температуры; 18 — регулирующая заслонка; 19 — блок управления автоматического регулятора температуры; 20 — воздухо — воздушный радиатор; 21 — датчик расхода воздуха; 22 — эжектор; 23 — заслонка с электромеханизмом

В состав СКВ входят подсистемы:

- подача воздуха;
- распределение воздуха;
- кондиционирование воздуха в кабине экипажа;
- обогрев грузовой кабины;
- регулирование давления.

Основные агрегаты СКВ размещены под полом кабины экипажа с левой стороны, между шпангоутами ЗН и 5Н. Управление системой кондиционирования воздуха

осуществляется со специального щитка, расположенного на левом пульте бортинженера. Схема размещения системы кондиционирования вертолета Ми-26Т представлена на рисунке 4.

В данной статье был выполнен обзор существующих систем кондиционирования воздушных судов. А также рассмотрены основные виды СКВ самолетов и изучена СКВ вертолета Ми-26Т.

Литература:

1. Воронин, Г.И. Системы кондиционирования воздуха на летательных аппаратах: учебник / Г.И. Воронин — М: Машиностроение, 1973. — 443 с.
2. Явнель, Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха: учебник / Б.К. Явнель — М: Агропромиздат, 1982. — 223 с.
3. Доссат Рой Дж. Основы холодильной техники: учебник / Рой Дж. Доссат — М: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 520 с.
4. Сорокин, А. В. Конструкция вертолетов: учебное пособие / А.В. Сорокин — Ростов-на-Дону, 2010—123 с.

Инновационная модульная система интеллектуального комплексного мониторинга динамических объектов и ее роль в мониторинге и защите окружающей среды

Трубиенко Олег Владимирович, кандидат технических наук, доцент;
Кузнецов Валерий Иванович, доктор технических наук, профессор;
Кривенцов Сергей Михайлович, доктор технических наук, профессор;
Вершинин Александр Николаевич, преподаватель;
Ануфриев Иван Борисович, студент,
Беляева Ева Георгиевна, студент,
Визавитин Олег Игоревич, студент,
Головченко Дарья Андреевна, студент,
Красовская Наталья Валерьевна, студент,
Московский технологический университет

Юрсков Сергей Валерьевич, магистрант
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

На основе статистических данных МЧС России о чрезвычайных ситуациях авторы статьи приходят к выводу о необходимости создания системы интеллектуального комплексного мониторинга динамических объектов промышленных объектов и жилых домов. В статье описывается состав и принципы работы интеллектуальной системы комплексного мониторинга.

Ключевые слова: инновации, безопасность, комплексная безопасность, экология

Kuznetsov V. I., Ph. D., professor,
Trubienko O. V., Ph. D., Assoc. Professor,
Vershinin A. N, Lecturer,
Anoufrieu I. B., student,
Belyaeva E. G., student,
Golovnev T. I., student,
Korobov D. V., student,
Kochetkov A. M., student,
Krasouskaya N. V., student,
Vizavitin O. I., student
MTU (MIREA)

Yurskov S. V., student of master program
Bauman MSTU, Moscow, Russia

On the basis of statistical data the EMERCOM of Russia on emergency situation the authors come to the conclusion about the need to create a complex system of intellectual-term monitoring of dynamic objects of industrial facilities and residential buildings. The article describes the composition and operation of the monitor system of complex the monitor.

Keywords: innovation, safety, security complex, ecology

В настоящее время в промышленности, транспорте, энергетике и других сферах деятельности человека существует потребность в контроле за состоянием различных сложных технических систем, в том числе и для обеспечения их экологической безопасности. При этом в зависимости от сферы, в которой работает то или иное предприятие или организация, могут выдвигаться различные требования к средствам мониторинга и обеспечения комплексной безопасности. Одна из важнейших причин создания универсальной платформы комплексного мониторинга и обеспечения комплексной безопасности, это необходимость создать систему способную без существенных изменений осуществлять централизованный контроль состояния различных технических и экосистем,

а также осуществлять сбор, анализ информации и выдачу рекомендаций эксплуатирующему ее персоналу.

Классические мониторинговые системы с каналами управления могут быть представлены следующей структурной схемой (рис. 1). Причем, группа элементов 1 определяется спецификой объекта мониторинга, а группа элементов 2 — спецификой обработки и представления результатов мониторинга.

Силами специалистов кафедры и технологической площадки НПП «Кедр-М» в настоящий момент глубоко проработаны вопросы обработки и представления результатов мониторинга. На этой базе в настоящее время ведется разработка системы комплексной безопасности многоквартирных домов и сооружений промышленного



Рис. 1. Структура системы мониторинга

назначения на основе применения гидросенсоров, датчиков утечки газа (метан, угарный газ) и электрических кабелей с огнестойкой оболочкой.

Актуальность разработки данной системы определяется большим количеством пожаров на объектах промышленного и жилого назначения (145686 в 2015 г.), большим количеством жертв (погибло 9377 человек в 2015 г.) и материальным ущербом (18814077 тыс. руб. в 2015 г.). Основными причинами пожаров, по данным МЧС России, являются: нарушение правил установки и эксплуатации электрооборудования (27,89%), нарушение правил уста-

новки и эксплуатации печей (14,36%) и неосторожное обращение с огнем (30,59%). Растет стоимость причиненного ущерба и в случае аварий на системах водо- и теплоснабжения.

Система комплексной безопасности в этом случае будет выглядеть следующим образом (рис. 2).

Однако, возможности применения подобной системы не ограничиваются только домами или предприятиями. С учетом модульности системы и взаимозаменяемости элементов, одним из основных назначений системы комплексной безопасности (СКБ) может стать мониторинг

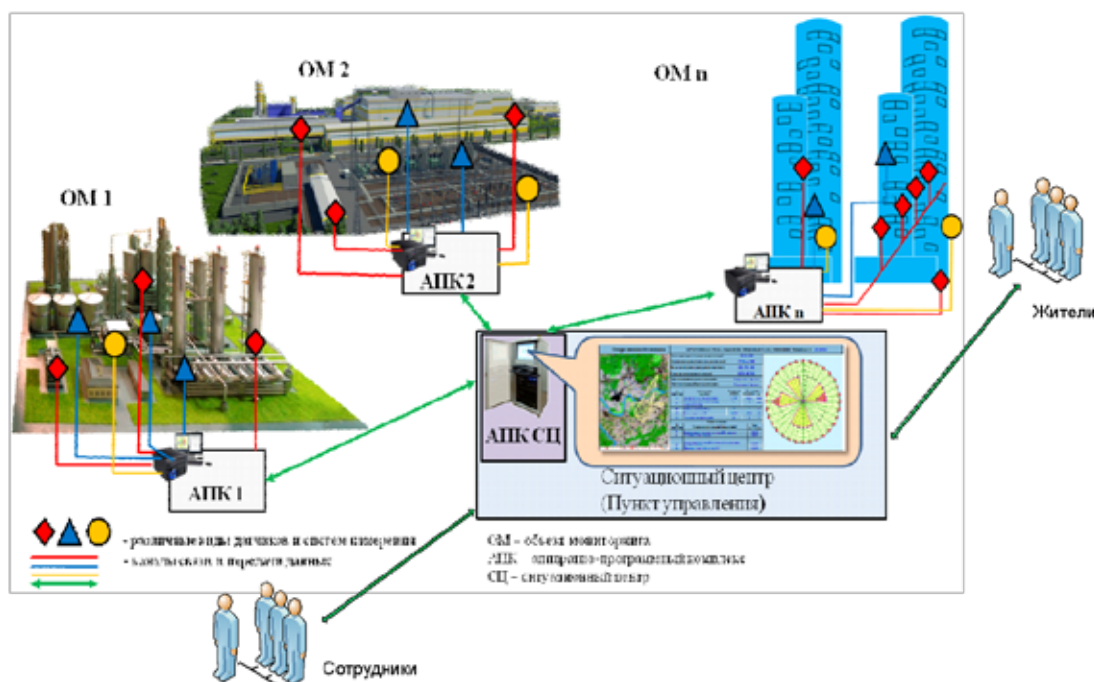


Рис. 2. Система комплексной безопасности промышленных объектов и жилых домов

лесных пожаров. Ведь экологические последствия от лесных пожаров довольно значительны: происходит загрязнение атмосферного воздуха углекислым газом и продуктами пиролиза лесных горючих материалов, выгорания кислорода. С лесными пожарами в воздух попадают частицы сажи, состоящие из углерода и продуктов неполного сгорания древесины. Задымление воздуха приводит к ухудшению микроклимата земли; увеличению числа туманных дней, уменьшению прозрачности атмосферы и обусловленному им снижению видимости, освещенности, ультрафиолетовой радиации. И даже очень малые концентрации некоторых веществ являются весьма опасными.

Немного статистики: ежегодно в России регистрируется от 10 тысяч до 35 тысяч лесных пожаров, охватывающих площади от 500 тыс. до 2 млн 500 тыс. га. По данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат), всего с начала 1992 года по конец 2015 года в России произошло около 600 тысяч (!) лесных пожаров.

По данным Федерального агентства лесного хозяйства, в среднем размер ущерба от лесных пожаров в год составляет около 20 млрд рублей.

В этом случае дополнительным элементом системы комплексной безопасности будут беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и система комплексной безопасности примет вид как на рисунке 3.

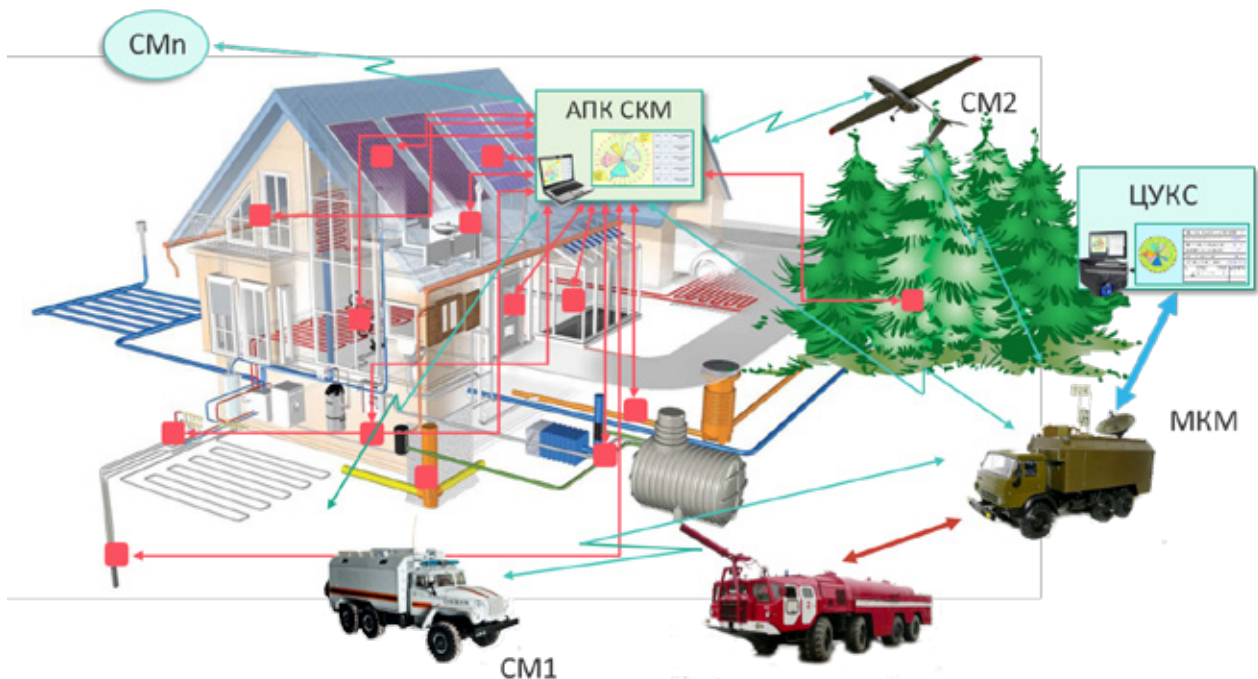


Рис. 3. Система комплексной безопасности жилых объектов и окружающей среды

Использование беспилотных летательных аппаратов обеспечивает патрулирование больших территорий без опасности для людей. БПЛА сегодня эффективно используются в двух основных направлениях с целью (рис. 4):

1. Патрулирования лесных массивов на предмет наличия очагов пожара.

2. Безопасного сбора информации о характеристике пожара и её передачи в центр оперативного реагирования.

Беспилотные летательные аппараты имеют одно значительное преимущество — недоступность для огня и возможность работы в интенсивном режиме на протяжении длительного времени. С помощью специального программного обеспечения ведется обработка больших объемов информации, что способствует повышению эффективности надзора за лесными массивами.

Кроме того, подобные БПЛА могут быть использованы для:

— борьбы с браконьерами (в Мексике власти используют дронов для борьбы с браконьерами, угрожающими

популяции морских черепах. В некоторых районах использование БЛА позволило сократить число преступлений на 96 %);

— выявления миграционных путей животных и наблюдение за редкими видами животных;

— выявления нарушений норм экологического законодательства (в Китае дроны используются для мониторинга загрязнения воздуха над электростанциями, очистительными заводами и другими потенциальными нарушителями);

— мониторинга почвы и посевов.

Уникальность системы комплексной безопасности (СКБ) заключается в обеспечении унификации формирования и компактности представления результатов оценки состояния объектов, по осуществляемым видам контроля независимо от типов объектов, количества, физической сущности и единиц измерения их характеристик.

Удобство использования СКБ заключается в следующем:

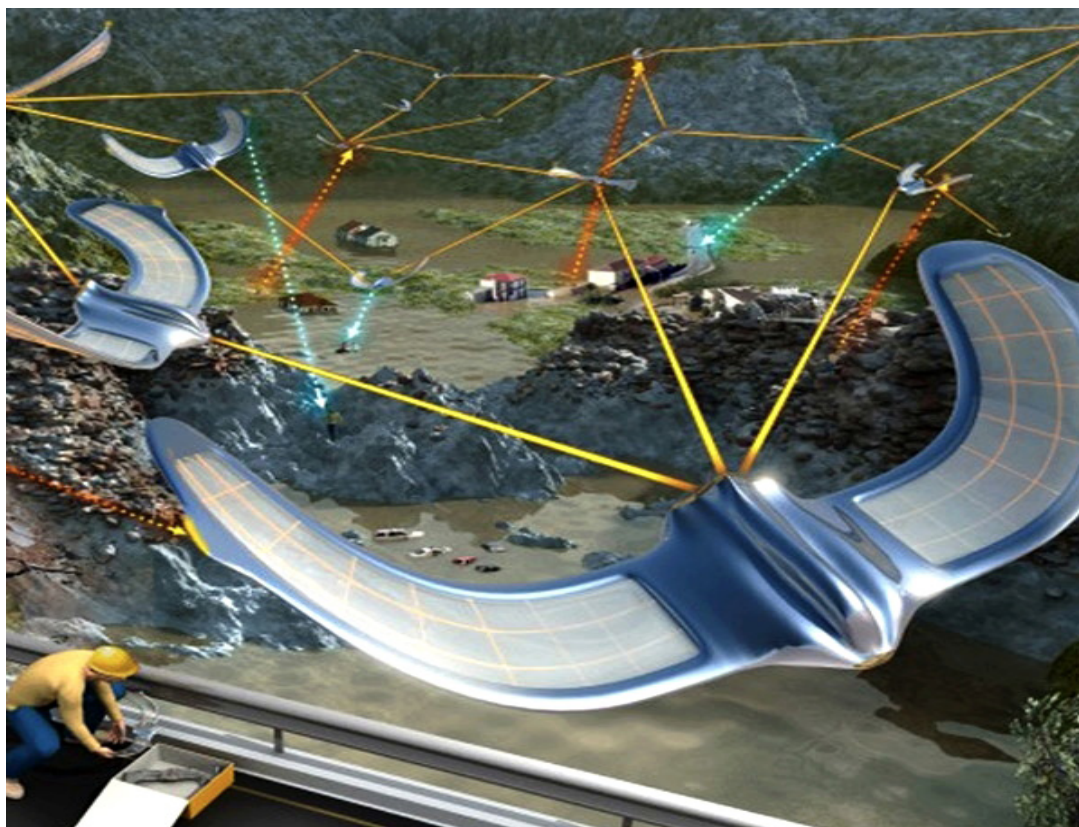


Рис. 4. Использование БПЛА в мониторинге экологической обстановки

- обеспечение наглядности представления результатов мониторинга;
- простота эксплуатации средств СКБ;
- представление результатов мониторинга объекта на любые средства отображения: мобильный телефон, планшетный или стационарный компьютер и т. д., а также при необходимости на бумажном носителе;
- обеспечение оперативного формирования рекомендаций и предложений органам управления и эксплуатирующим организациям;
- голосовое сопровождение рекомендаций и предложений органам управления и эксплуатирующим организациям;
- обеспечение доступа должностных лиц к информации о состоянии объектов мониторинга (ОМ) в любое время и в любом месте;
- обеспечение слежения за состоянием ОМ в режиме реального времени;
- обеспечение своевременного информирования органов государственного управления о состоянии ОМ;
- обеспечение своевременного SMS информирования жителей и персонала предприятий (организаций) о нештатных ситуациях.

Схема формирования образа состояния объекта представлена на рис. 5.

Основными отличиями от аналогичных систем являются:

- минимальный трафик — в каналы связи передаются только значения отклонений от нормы;

- обеспечение защиты информации — в каналы связи передаются только абсолютные безразмерные значения приращений параметров;
- высокая помехозащищенность — применяется помехоустойчивое без избыточное кодирование;
- минимальная нагрузка на оператора — система реагирует только на событие;
- масштабирование информации для различных уровней управления — руководители и исполнители;
- оперативное информирование населения и сотрудников о нештатных ситуациях по общедоступным каналам.

Применение системы комплексной безопасности на основе инновационных разработок дает следующие конкурентные преимущества:

- определение места утечки жидкости и скорости ее утечки;
- упрощение и удешевление процедуры монтажа системы комплексной безопасности;
- создание единой системы безопасности в рамках сооружения;
- реакция аварийных служб на событие в реальном масштабе времени и информирование жителей (персонала) [1].

Одним из направлений обеспечения комплексной безопасности является уменьшение значений наведенной мощности электромагнитных полей радиочастотного диапазона в высотных домах и офисах из-за размещения на крышах зданий (или рядом со зданием) ретрансляцион-

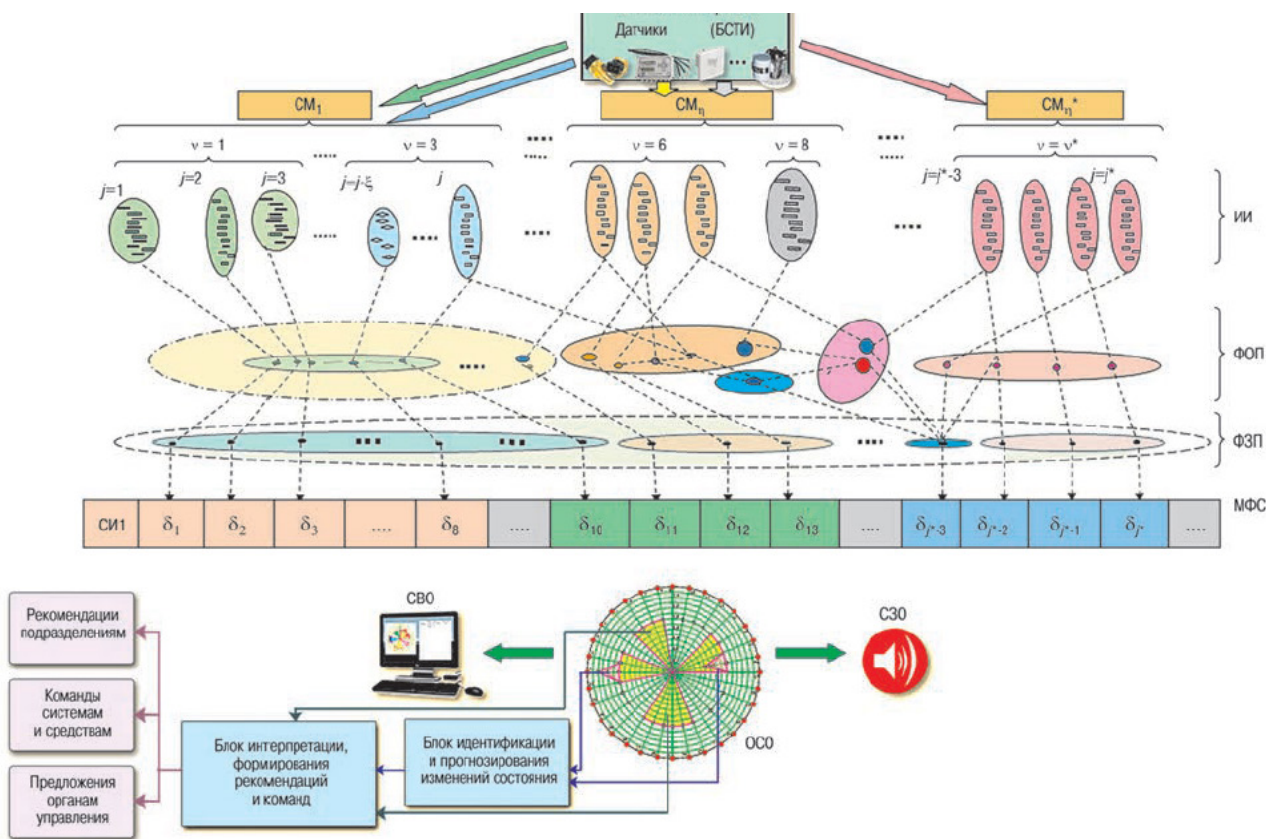


Рис. 5. Схема формирования образа состояния объекта

ного и усилительного оборудования сотовых и телекоммуникационных компаний. С этой целью разработаны композитные полимерные материалы, отражающие СВЧ излучения. На их основе разрабатываются специальные материалы, поглощающие СВЧ излучения за счет интерференции. Для этого слои диэлектрика и токопроводящие слои чередуются через расстояние равное $\lambda/4$, с помощью трех токопроводящих слоев (центральный заземлен) можно получить резонансный поглотитель [2]. Большую перспективу имеют эти технологии и для создания специальных корпусов радиоэлектронной аппаратуры, обеспечивающих одновременно эффективный теплоотвод и подавление электромагнитных излучений.

Еще одним направлением применения систем комплексной безопасности может быть экологический мониторинг окружающей среды, который позволит выполнять непрерывный автоматизированный мониторинг состояния окружающей среды и обеспечивать своевременное информирование ответственных лиц достоверной информацией для принятия эффективных управленческих решений в области природоохранной деятельности.

В состав такой системы должны входить (рис. 6):

- стационарные посты контроля (ПКЗ);
- передвижные экологические лаборатории (ПЭЛ);
- станции контроля вертикального профиля температур (инверсии атмосферы);
- автоматизированные системы контроля организованных промышленных выбросов (АСКПВ);

- система мониторинга качества воды (СМКВ);
- программное обеспечение указанных измерительных звеньев (для хранения, обработки и передачи информации);
- средства связи;
- центры приема информации (ЦМ);
- информационные табло и терминалы для вывода и представления информации.

Подобные системы экологического мониторинга в состоянии в автоматическом режиме контролировать более 50 различных параметров.

В автоматическом режиме в атмосфере контролируется содержание CO, NO, NO2, NOx, NH3, CnHm, CH4, O3, H2S, SO2, предельных углеводородов (C1-C5 и суммарно C1-C10), непредельных углеводородов (C6-C10 и суммарно C2-C5), непредельных ароматических углеводородов (бензол, толуол, этилбензол, ксилолы, стирол), пыли, с высокой чувствительностью в диапазонах измерения от 0,2 до 10 ПДК.

В полуавтоматическом режиме в воздухе рабочей зоны до 60 веществ органического происхождения проходят проверку на соответствие ПДК.

В ручном режиме выполняется забор проб воздуха для последующего определения загрязнения компонентов в стационарной аналитической лаборатории.

В автоматическом режиме контролируются также и метеопараметры (температура, давление, относительная влажность, скорость и направление ветра, осадки), ради-

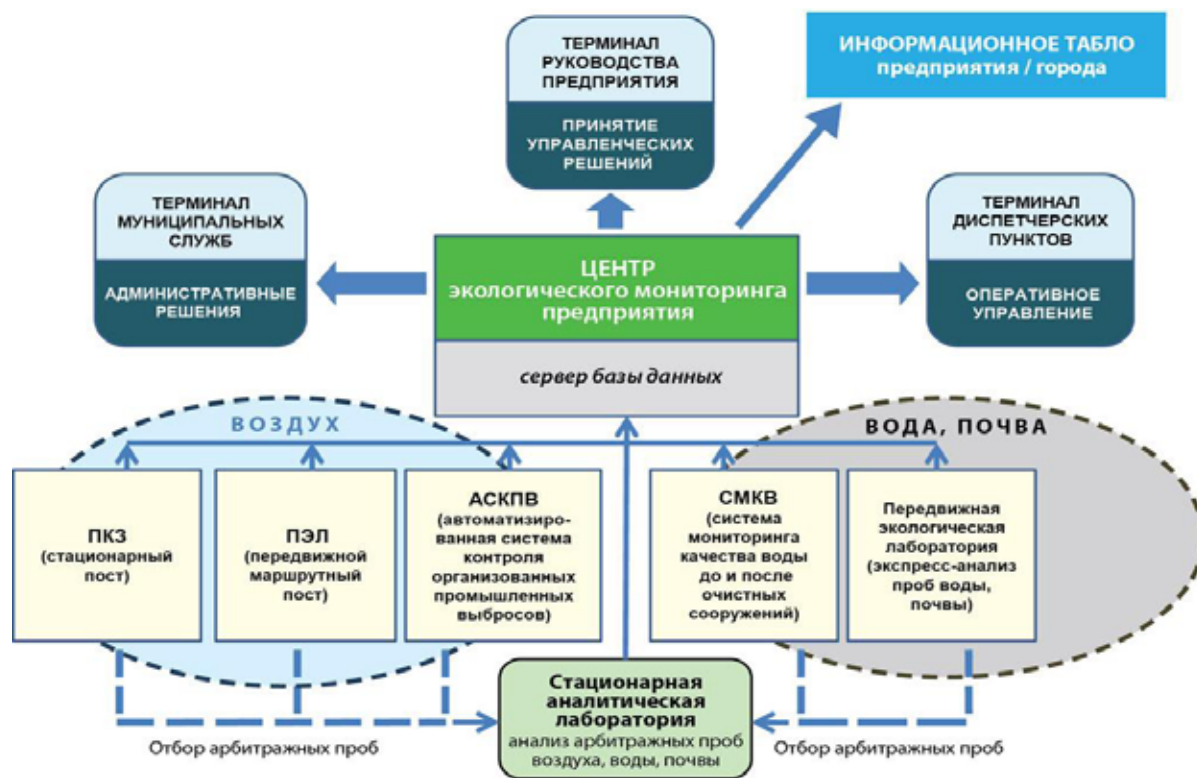


Рис. 6. Структурная схема системы экологического мониторинга

ационный фон, вертикальный профиль температур до высоты 1000 м.

В промышленных выбросах в автоматическом режиме проверяется содержание CO, NO, NO₂, SO₂, O₂, CO₂, H₂S и горючих газов, а также температура и расход газа.

Параметры водных объектов — температура, водородный показатель, электропроводность, растворенный кислород, ХПК, специфические загрязнители (например, ионы металлов, нитриты, фосфаты, аммоний и другие) контролируются автоматически.

Измеренные и обработанные данные от всех технических средств и точек контроля круглосуточно поступают в центр экологического мониторинга для окончательной обработки с целью формирования общей базы данных, предоставления отчетов в табличном и графическом виде. Программные обеспечения всех звеньев системы совместимы между собой, что обеспечивает бесперебойную работу и позволяет наращивать состав технических средств без ограничения.

Еще одним направлением применения систем комплексной безопасности является разработка систем мониторинга текущего состояния транспорта с возможностью прогноза. В настоящее время практикуется оценка фактического состояния транспорта в ходе технического осмотра и обслуживания. Однако, в зависимости от условий и стиля эксплуатации транспорта, износ деталей и механизмов изменяется в широком диапазоне, а значит и сроки технического обслуживания также могут различаться в каждом конкретном случае. Замена узлов и де-

талей проводится, в этом случае, не по наработке, а по фактическому состоянию [3]. Определение фактического состояния транспортного средства, и, что более важно, прогноз его состояния на какой-либо интервал является актуальной задачей.

Так, например, широчайшее внедрение компьютеризации в транспортную отрасль требует принципиального изменения не только технологии производства и технического обслуживания, но и предоставляет неограниченные возможности управления самим транспортным средством, создаёт инновационное пространство для внедрения сервисной культуры обслуживания автомобилей на новом уровне.

Если говорить о современных автомобилях, то они оснащены системами самодиагностики, которые информируют водителя о появлении некоторых неисправностей (пример — индикатор Check Engine). В случае возникновения некоторых неисправностей во время движения индикатор загорается, при однократной мелкой неисправности — гаснет (сохранив ошибку в памяти для последующего считывания), если он продолжает гореть, требуется — более глубокая диагностика и ремонт.

Автомобиль — это набор сложных устройств и агрегатов и его состояние зависит от огромного числа параметров и возможных взаимовлияний их друг на друга. Таким образом, даже незначительная на первый взгляд неисправность может вызвать целую комбинацию кодов, но в то же время ни один из них не даст ответа на вопрос о том, что же в действительности сломалось. Следовательно, для

установления точного диагноза требуется диагностическое оборудование и соответствующая инженерная квалификация специалистов, а также наличие довольно длительного периода времени.

Основным недостатком существующих систем автомобильного мониторинга является отсутствие прогноза развития ситуации с состоянием автомобиля, сложность интерпретации водителем фиксированных буквенно-кодовых сообщений о неисправности, кроме небольшого набора символов (перегрев охлаждающей жидкости, давления масла и т. п.), невозможность приема обоснованного решения о возможности продолжать или прекратить движение с данной неисправностью. Система не способна помочь водителю при выходе из строя каких-либо устройств и агрегатов автомобиля на дороге, особенно, вне населенных пунктов или в ночное время.

Кроме того, любая неисправность автомобиля на дороге может привести к серьезным дорожно-транспортным происшествиям, которые вполне можно было бы предотвратить при оперативном информировании водителя о реальном состоянии автомобиля. Особенно это важно для автомобильного транспорта специальных служб.

Система комплексного мониторинга состояния автомобиля реализует способ комплексного мониторинга состояния любых автомобильных систем, узлов и агрегатов, включающих распределенные в пространстве разнообразные по сущности и информационной размерности элементы контроля. Мониторинг проводится вслед за запуском двигателя и до начала движения выполняет проверку состояния автомобиля. Результаты мониторинга выводятся на экран бортового компьютера в виде диаграммы (рис. 7) и таблицы 1.

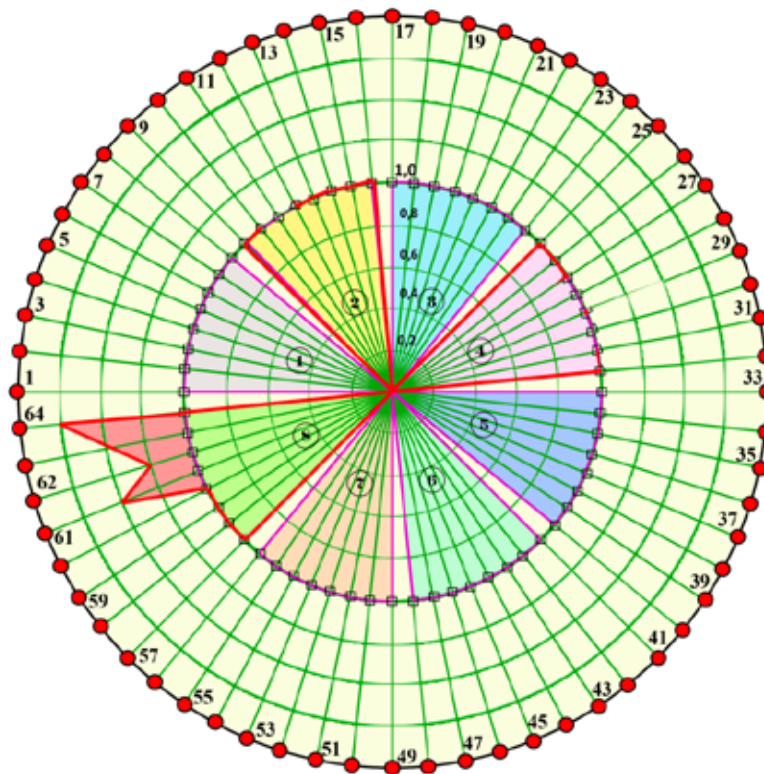


Рис. 7. Результаты мониторинга в виде диаграммы

Таким образом, водитель перед началом движения автомобиля получает возможность узнать прогноз о наиболее вероятном пробеге по фактическому состоянию.

При наступлении критических ситуаций во время движения водитель получает информацию о необходимых действиях, а сервис-центр — информацию о неисправности автомобиля (таблица 2).

Для обнаружения такого критического события и прогноза развития ситуации также используется инновационный сенсор, проводимость которого изменяется в соответствии с увеличением объема воды в трансмиссионном масле.

Основные технические эффекты, ожидаемые при внедрении системы комплексного мониторинга технического состояния автомобиля:

- обеспечивается комплексная оценка соответствия установленным нормам состояния и динамики характеристик узлов и агрегатов автомобиля по результатам различных видов мониторинга в масштабе времени, близком к реальному, с возможностью расчета пробега до достижения терминального состояния узлов, агрегатов, исполнительных устройств и других компонентов автомобиля;
- обеспечивается повышение точности распознавания вида фактического состояния автомобиля, опреде-

Таблица 1. Результаты мониторинга в виде таблице

Протокол результатов мониторинга 07.04.2016 г. 10.00				
№ пп	Узел (агрегат)	Фактическое состояние	Отклонение от расчетных значений	Прогноз
1	Тормозные колодки (передние)	Износ 30%	5%	8000 км
2	Тормозные колодки (задние)	Износ 50%	7%	8000 км
3	Уровень масла в двигателе	3,5 л	3%	12000 км
4	Уровень масла в КП	1,2 л	2%	15000 км
5	Уровень охлаждающей жидкости	5,5 л	5%	15000 км
6	Состояние АКБ	12,2 В	2%	11000 км
7	Рулевое управление			
8	Фильтр питания			
9	Масляный фильтр			
10	Воздушный фильтр			
11	Износ подшипников ступицы (передняя подвеска)			
12	Износ подшипников ступицы (задняя подвеска)			

Таблица 2. Критические события

Критические события				
1	Внимание: Вода в картере двигателя	3%	50 мл/мин	Через 10км прекратить движение выключить двигатель!

ления причин и моментов перехода в терминальные состояния его узлов и агрегатов;

— уменьшается время анализа и уяснения данных о состоянии узлов и агрегатов и минимизируется влияние человеческого фактора на достоверность информации представляемой в процессе формирования результатов мониторинга;

— обеспечивается создание единой информационно-методической платформы для обеспечения оперативного семантического сопряжения существующих и перспективных информационно-управляющих, диагностических систем различной брендовой принадлежности автомобилей;

— обеспечивается унификация формирования и компактность представления результатов оценки состояния автомобилей по всем видам мониторинга, независимо от типов автомобилей, количества, физической сущности, единиц измерения их параметров и ведомственной принадлежности автотранспортных средств с целью передачи результатов мониторинга в сервисный центр;

— снижается уровень требований по пропускной способности к разрабатываемым средствам информационного обмена и уменьшается загрузка используемых (арендуемых) линий связи для передачи данных о состоянии контролируемых объектов и команд управления.

Основные экономические эффекты, ожидаемые при внедрении системы комплексного мониторинга технического состояния автомобиля:

— возможность создания центров удалённого мониторинга технического состояния автомобилей, находящихся

на гарантийном или абонентском обслуживании центров продаж автотранспорта, для информирования владельцев автомобилей текущей информацией о состоянии и износе узлов, агрегатов, исполнительных устройств и других компонентов автомобиля с целью производства своевременного технического обслуживания или замены;

— снижение аварийности и стоимости сервисного (гарантийного, постгарантийного) обслуживания автомобилей, за счёт возможности дистанционного определения характера неисправности автомобиля клиента и предупреждения водителя о возможном наступлении неисправности в режиме времени, близком к реальному в виде СМС информирования;

— снижение стоимости сервисного (гарантийного, постгарантийного) обслуживания автомобилей, за счёт оперативности принятия решения о характере неисправности и мерах по ее устранению: доставки конкретных запчастей и оборудования для производства ремонтных работ на месте или выбора транспорта достаточной мощности для осуществления эвакуации автомобиля к месту ремонта с доставкой туда запчастей и оборудования;

— наличие навигационного приёмника позволит снизить время на определение местонахождения неисправных автомобилей, с целью определения оптимальных путей доставки конкретных запчастей и оборудования для производства ремонтных работ на месте или для осуществления эвакуации автомобиля к месту ремонта;

— существенное сокращение временных затрат и финансовых ресурсов при разворачивании корпоративных, ведомственных систем комплексного мониторинга техни-

ческого состояния автотранспортных средств, особенно оперативных, специальных и диспетчерских служб.

Для передачи информации о состоянии объекта мониторинга разработана система безызыточного помехоустойчивого кодирования [4].

Представление числа в системе безызыточного помехоустойчивого кодирования основано на понятии вычета и китайской теоремы об остатках. Система остаточных классов определяется набором взаимно простых модулей. Для кодирования информации, необходимо числовую последовательность разделить на эти модули. Полученный результат и будет являться образом — остатком. Информацию в таком виде можно передавать по каналу связи, т. к. в случае перехвата информации злоумышленником, он не сможет ее восстановить, не зная ключевые параметры.

Взаимно простые модули являются ключом для обратного преобразования. Возможны несколько вариантов обратного преобразования в зависимости от условий. Ниже рассмотрим алгоритм кодирования и преобразования на примере.

Примеры преобразования измерительной информации осуществляются согласно приведенным ниже алгоритмам.

Алгоритм кодирования

Формализованная запись преобразования:

$$x \equiv b_i \pmod{m_i} \quad (1)$$

Для представления 8 Бит информации оптимальными модулями сравнения

Литература:

1. Дюндиков, Е. Т., Белов А. Н., Чепелев А. В. Метод адаптации функциональных возможностей средств мониторинга технического состояния объектов нефтегазового комплекса // Научно-технический вестник ОАО РОСНЕФТЬ, 1–2015, выпуск № 38 (Патент на изобретение № 2574083).
2. Munk, Benedikt A (2000). Frequency Selective Surfaces: Theory and Design. New York: John Wiley & Sons. pp. 315–317. ISBN 0–471–37047–9.
3. Жуковский, Ю. Л., Котелева Н. И. Разработка структуры модуля контроля технического состояния, диагностики и оценки остаточного ресурса электромеханического оборудования комплексной интегрированной информационно-аналитической системы // Современные научные исследования и инновации, 2015, № 5 (49)
4. Кукушкин, С. С., Скиба Н. П. Основополагающие научно-методические подходы к повышению эффективности систем передачи информации на основе формирования сжатых структурно-кодовых конструкций // Двойные технологии, 2014, № 3.
5. Трубиенко, О. В. и др Модульная система интеллектуального комплексного мониторинга динамических объектов. //Сборник МИРЭА в рамках гранта на конференции «Умная Граница»

$$m_1 = 2^4 - 1 = 15, m_2 = 2^4 = 16, m_3 = 2^4 + 1 = 17 \quad (2)$$

Алгоритм восстановления

Для случая

$$n_{12} = |m_1 - m_2| = 1 \quad (3)$$

наиболее прост. Вычисляется разность

$$\Delta_{12} = b_1 - b_2 \quad (4)$$

1. Если $\Delta_{12} \geq 0$, то

$$X = m_1 \times \Delta_{12} + b_1 = m_2 \times \Delta_{12} + b_2. \quad (5)$$

Выполнение второго равенства является свидетельством того, что восстановление выполнено правильно.

2. Если $\Delta_{12} < 0$, то

$$X = m_1 \times (m_2 + \Delta_{12}) + b_1 = m_2 \times (m_1 + \Delta_{12}) + b_2. \quad (6)$$

Алгоритм восстановления для случая

$$n_{13} = |m_1 - m_3| = 2 \quad (7)$$

приведен в виде трехзвенной формулы:

$$x_i^*(t) = \begin{cases} 1) M_1 \cdot \Delta / n + b_1, \Delta = b_1 - b_2 \geq 0; n | \Delta \\ 2) M_1 (M_2 + \Delta / n) + b_1, \Delta < 0; n | \Delta \\ 3) M_1 \left(\frac{M_2 + \Delta}{n} \right) + b_1, \Delta < 0, \Delta > 0; n | M_2 + \Delta \end{cases} \quad (8)$$

Анализ и выявление путей совершенствования процессов горного дела

Турсунов Баходир Джунайдуллаевич, старший преподаватель
Навоийский государственный горный институт (Узбекистан)

В статье рассмотрена проблема совершенствования буровзрывного процесса путем пневмоударного погружения, рассматриваются механизмы разработки для улучшения данного процесса.

Ключевые слова: горное дело, буровзрывное дело, механизмы горного дела, карьер

Проходка горного карьера — одна из основных составляющих процесса производства работ в геологоразведке, гидрогеологии, строительстве и т. п. Большое значение имеет буровзрывное дело скважин для нужд сельского хозяйства, особенно при выращивании сельскохозяйственных культур, требующих обильного полива. Одним из способов проходки скважин является пневмоударное буровзрывное дело, наиболее целесообразное при выполнении работ в сложных инженерно-геологических условиях. Начало применения погружных пневмоударников относится к концу тридцатых годов двадцатого столетия. Как способ — буровзрывное дело погружными пневмоударниками относят к пятидесятым годам двадцатого столетия.

Благодаря применению погружных пневмоударников стала возможной реализация прогрессивных технологий добычи руды и других полезных ископаемых, особенно в подземных условиях. С самого начала развития пневмоударного способа буро-взрывания занимал лидирующее положение в мире. За рубежом в это время развивалось штанговое буровзрывное дело, объясняемое применением высокопрочной буровой стали, однако уже в шестидесятых годах в зарубежной практике буро-взрывания взрывных скважин также стали применяться погружные пневмоударники, что диктовалось потребностью производства в скважинах увеличенного диаметра и глубины.

Использование погружных пневмоударников имеет ряд достоинств в сравнении с работой других видов буровой техники, что позволило пневмоударному способу буро-взрывания надежно занять свои позиции в мире [1]. Погружной пневмоударник является исполнительным органом процесса буро-взрывания. Он снабжен буровой коронкой и располагается непосредственно у забоя буровой скважины, что обеспечивает наилучшую передачу энергии удара на забой, позволяет увеличить скорость буро-взрывания и глубину скважины. Основные требования, предъявляемые к конструкции пневмоударника, это компактность для размещения в ограниченном пространстве скважины, а также значительная мощность привода для эффективного разрушения массива пород.

Ударный способ обладает наименьшей энергоемкостью разрушения пород средней и высокой крепости, позволяет снизить энергозатраты при производстве работ, дает возможность применения более легких станков, отличающихся высокой производительностью, надежностью, а

также простотой обслуживания. Эти обстоятельства, а также простота и относительная дешевизна погружных пневмоударников, делает привлекательным применение таких машин, как в поземных условиях, так и на открытых горных работах, позволяет успешно конкурировать с другими видами бурового оборудования.

Несмотря на достаточно высокую экономичность, пневмоударный способ буро-взрывания не лишен недостатков. В первую очередь это касается буровых коронок. Основная часть коронок выходит из строя по причине разрушения твердосплавных элементов резания, пайки корпуса инструмента.

Около половины рабочего времени на полный цикл буровых работ теряется на остановки изза поломки элементов коронки или узла его крепления.

В настоящее время в зависимости от поставленных задач разработка новых типов буровых коронок ведется по одному из двух путей:

а) существующий инструмент совершенствуется или разрабатывается на новых принципах применительно к имеющимся буровым станкам;

б) создание коронки является составной частью задачи разработки специализированного бурового комплекса.

Первый путь выбирается при решении задач, связанных с повышением степени использования энергетических возможностей бурового станка, улучшением износостойкости породоразрушающих элементов коронки и ее эксплуатационной надежности (ресурса) в целом.

При разработке бурового комплекса есть возможность установить наиболее эффективные условия разрушения горной породы, сконструировать для этой цели надежную буровую коронку, а затем заложить во вновь создаваемую машину необходимые режимные параметры.

Общая схема разработки бурового комплекса должна быть реализована по следующей схеме [2]:

а) анализ свойств разрушающей породы и существующих для этого инструментальных материалов;

б) выбор на этой основе рационального способа разрушения, обеспечивающего необходимую производительность;

в) исследование механизма процесса разрушения пород принятым способом с целью изыскания наиболее эффективной породоразрушающей схемы проектируемого инструмента;

г) разработка конструкции коронки, реализующей выбранный способ разрушения;

д) создание промежуточного звена (штанги), обеспечивающего передачу инструменту необходимых силовых параметров;

е) создание буровой машины, осуществляющей в выбранном рациональном режиме принятый способ разрушения.

Как видно из схемы разработки, в данном случае последовательно осуществляется пошаговый путь «от породы к инструменту» и далее «к буровому комплексу». Такой путь является наиболее результативным, поскольку обеспечивает получение качественного скачка в развитии буровой техники при одновременном повышении эффективности самого процесса буро-взрывания [2].

Отечественные пневмоударники по техническому уровню практически не уступают лучшим образцам зарубежного оборудования, однако надежность и ресурс работы техники, существенно ниже иностранных конкурентов. Это объясняется устаревшими технологиями изготовления деталей, которые традиционно связаны с абразивной обработкой, неспособной в должной мере обеспечить показатели качества конструктивно сложных деталей пневмоударников, ресурс их работы в экстремальных производственных условиях. Заводам-изготовителям необходимо внедрять новые технологические решения и технологии с современным инструментальным обеспечением, включающим лезвийные инструменты из прогрессивных сверхтвердых материалов [3].

Литература:

1. Есин, Н. Н. Пневматические машины ударного действия для проходки скважин и шпуров. / Н. Н. Есин, А. Д. Костылев, К. С. Гурков, Б. Н. Смоляницкий. Новосибирск: Наука — 1986. — 238 с.
2. Арцимович, Г. В. Исследование и разработка пороодо-разрушающего инструмента для буро-взрывания: производственно-практическое издание/ Г. В. Арцимович, Е. П. Поладко, И. А. Свешников. Новосибирск: Наука, 1978. 181 с.
3. Павлов, Е. В. Установление зависимости параметров механической обработки на показатели качества деталей с покрытиями// Известия Юго-Западного государственного университета, № 1, 2013. — с. 8284.

Analysis and modeling of asymmetrical operating modes of arc steel-smelting furnaces

Khalilov Azim Zhurakulovitch, researcher
Navoi state mining institute, Uzbekistan

At the present stage of development the industry is increasingly focusing on the problem of improving power quality. This primarily relates to single-phase loads, causing asymmetry of currents and voltages in the power supply system. It is obvious that a change in consumers» parameter settings and the emergence of new devices, both industrial and domestic, can make it impossible for economic and efficient operation of the entire electrical system and result in the rejection of a number of large industrial facilities projects. Such objects in the electrical system are: electric arc furnace, induction furnace, three-phase uneven loads, welding machines, etc. [1, p. 63].

In systems of power supply and control of the arc steel-smelting furnaces (ASSF) as all majorities of the existing control systems use an electric power expense as key parameter for transition from one stage of melting to another.

In the metal melting in ASSF process necessary to control the power of the arcs by changing the amount of energy introduced into the furnace [2, p. 188]. Active power arc in arc furnaces is adjusted by changing the secondary voltage of the furnace transformer, and at a constant voltage by changing the current in the electric circuit of the furnace. To maintain a phase current of a predetermined value and, accordingly, the arc power system is used automatically move the electrodes. The control system electric mode DSP usually runs a two-tier.

Much attention is paid to energy saving and quality of the electric power that is especially urgent for such power-intensive customers as arc electric furnaces. One of important problems of operation of arc electric furnaces is the asymmetry in distribution of power of an arc on phases leading in the accelerated wear of lining and reduction of average power of the furnace. Depending on an origin asymmetry is subdivided on [3, p. 104]:

— the constructional, caused by asymmetry forms of a short network or unequal parameters of wires. At the same time mutual inductivity and the given pure resistances are various for each phase;

— operational, caused by instability of burning of arcs both frequent collapses, and furnace charge relocation, especially during melting therefore currents of separate phases change from zero (an arc breakaway) and to current of operational short circuit.

Asymmetry of loading of the arc steel-smelting furnace causes appearance on buses of substations of power supply systems of asymmetry of tension that worsens quality of the electric power and leads to decline in production of profitability both electric furnaces, and the customers who are powered from the general with it buses of substations.

In case of design and operation of arc electrical furnace installations there is a need for calculations of asymmetry of currents and tension both for a choice of diagrams of electrical power supply, and for development of actions to symmetry of an operation mode of furnaces. The accounting of asymmetry allows to estimate in a complex processes in case of change of the mode and to select the best energetic mode, to receive more authentic results. Switching on in an electrical circuit of the furnace of reactive impedance of a short network substantially worsens electrical furnaces of characteristics and leads to loading of its sources big reactive power.

The problem of development of highly effective algorithms for calculations of the asymmetrical set modes is urgent in many cases. The carried-out analysis of various approaches to the solution of this task has shown that the most perspective in this area is the method of harmonious balance allowing to carry out calculations taking into account the interference of nonlinear loading and external electric network which is really taking place when results of calculation are adequate to numerical calculation of uniform system of the differential equations describing the alternating current main and nonlinear loading. Calculation is conducted separately on each harmonica with the subsequent use of a method of imposing. At such approach dependences of parameters of elements of electric network on frequency are rather just considered that causes difficulties when using other methods of calculation.

Calculations and the analysis of the asymmetrical operation modes of the furnace are necessary for the decision of many practical tasks: analysis of operation of automatic regulators of power, choice of the best parameter of regulation and creation of the most perfect type of the regulator; a choice of appropriate construction of a short network and development of actions for maintenance of equal capacities of all phases of the furnace; settings of relay protection and automatic regulators of the furnace, check of their sensitivity in case of different types of the asymmetrical short circuits of a circuit; analysis of operating characteristics of the furnace.

In the known classical methods of calculations of three-phase asymmetrical circuits of resistance of each of phases are accepted by the constants which aren't depending on current. Application of these methods for calculation of the asymmetrical circuits with arcs in which not resistance of arcs, but tension on arcs are constant are impossible.

For this diagram it is possible to write the following equations under the second law of Kirchhoff:

$$\begin{aligned}
 I_a &= \frac{U_a - U_{oo}}{Z_a} = (U_a - U_{oo})Y_a \\
 I_b &= \frac{U_b - U_{oo}}{Z_b} = (U_b - U_{oo})Y_b \\
 I_c &= \frac{U_c - U_{oo}}{Z_c} = (U_c - U_{oo})Y_c,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

where $I_a; I_b; I_c$ — currents in circuit phases; $Y_a; Y_b; Y_c$ — conductivities in branches of phases; U_{oo} — tension offset of a neutral; U_a, U_b, U_c — phase EMFs of idling of windings of the lowest tension of the transformer; $Z_a = R_a + jx_a$; $Z_b = R_b + jx_b$; $Z_c = R_c + jx_c$ — inherent resistances of the current distributor; R_{da}, R_{db}, R_{dc} — of resistance of arcs of each phase of the furnace.

Besides, for a three-wire three-phase circuit fairly following ratio:

$$I_a + I_b + I_c = 0.
 \tag{2}$$

«Star triangle» diagrams, «triangle star» and «triangle triangle» when calculating are provided by conversion of the active or passive triangle to the equivalent circuit «star star» (fig. 1).

Let's consider a case when it is necessary to provide an identical operation mode of the furnace on current in phases. From a system of equations (1) and (2) we will express currents in phases through the made tension and resistance of a circuit. Let's enter the following parameters:

$$Z = Z_a Z_b + Z_a Z_c + Z_c Z_b,
 \tag{3}$$

$$R_d = R_{da} R_{db} + R_{da} R_{dc} + R_{dc} R_{db},
 \tag{4}$$

$$ZR = Z_a R_{db} + Z_a R_{dc} + Z_b R_{da} + Z_c R_{da} + Z_b R_{dc} + Z_c R_{db},
 \tag{5}$$

Solving jointly the equations (1) — (5) we will receive the following system:

$$\begin{aligned}
 I_a &= \frac{Z_b U_a + R_{db} U_a + Z_c U_a - Z_c U_b + R_{dc} U_a - R_{dc} U_b - Z_b U_c - R_{db} U_c}{(Z + R_d + ZR)}, \\
 I_b &= \frac{-Z_c U_a - R_{dc} U_a + Z_c U_b + Z_a U_b + R_{dc} U_b + R_{da} U_b - Z_a U_c - R_{da} U_c}{(Z + R_d + ZR)}, \\
 I_c &= \frac{-Z_b U_a - R_{db} U_a - Z_a U_b + Z_a U_c - R_{da} U_b + R_{da} U_c + Z_b U_c + R_{db} U_c}{(Z + R_d + ZR)}.
 \end{aligned} \tag{6}$$

This system of equations allows to calculate the diagram concerning currents in circuit phases. We calculate arc resistance in each phase by these formulas. Further we check the calculated value resistance with the previous value. If a difference of less admissible error, we quit a cycle of check of resistance. We write result in in advance prepared array of results. Further we calculate arc resistance for the following value of current of a circuit. Calculation of the symmetric operation modes for power, tension and resistance of an arc happens on a similar algorithm.

The arc steel-smelting furnaces used in metallurgical industry are characterized as receivers with rezkoperemenny loading. In the course of their operation generation of currents of the higher harmonics, essential asymmetry of tension, throws of reactive power is watched. The specified phenomena lead to oscillations of tension in power lines that negatively affects both operation of other customers of the electric power, and operation of the most arc furnace. Use of the static thyristor compensators (STC) allows to increase throughput of power lines, to restrict temporal overvoltage, to reduce losses, to improve tension curve sinusoidalnost in different operation modes of a network. The filter-compensating circuits) which are set up definitely allow to compensate harmonicas of the higher orders. Generation of reactive power in filter-compensating circuits happens discretely therefore for receiving the smooth regulation of reactive power together with filter-compensating circuits the thyristor and reactor group (TRG) is used. Besides, application of TRG allows to increase stability of system and to damp oscillations of power. Regulation of parameters of system in STC is made incremental, balancing of system there by is carried out. In given work is also considered functional scheme, in accordance with which is realized control of STC.

The compensation level of reactive power is defined by a voltage amplitude which is compared to the setting value and by means of the PI-regulator the adjusting signal arriving on TRG and filter-compensating circuits is worked out.

The required voltage stabilization level is as a result carried out. The unit of distribution performs function of division of a signal of control into switching on of the corresponding filter-compensating circuits and choice of a necessary angle of regulation of TRG. Determination of parameters of the PI-regulator by a classical method difficult owing to the fact that their variation strongly depends on operation modes of the arc furnace.

In [4, p. 489] it is shown that even for a reduced model of STC considering more than possible combinations of switchings of the reactor and the furnace transformer, the system of equations of electrical and non-linear circuits turns out very difficult and poor-selling in practice.

One of options of implementation of the adaptive PI-regulator. In this regulator by means of a circuit of back coupling are considered as the response characteristics of the thyristor influencing the moment of switching on filter-compensating circuits, and reactive impedance of constant-error behavior of X_g , STC defining an angle of regulation of TRG [5, p. 25].

Use of the offered model of system of electrical power supply of ASSF in the presence of STC gives the chance to estimate influence on figures of merit of an electrical network of parameters and operation modes of ASSF, and also to consider own characteristics of a network influencing control algorithms STC. Weakening of influence of not stationarity of the ASSFs parameters on figures of merit of a power line can be reached by creation of system of regulation of STC on the basis of the modern microprocessor technique [6, p. 81].

In this paper for solving these problems were used the theory of electrical circuits, methods, and symmetrical components of phase coordinates, the calculation of probability characteristics and indicators of asymmetry, mathematical and computer models of asymmetric modes DSP operation. In developing the model used Matlab and Simulink package.

For achievement of a goal in a research the following results are received:

- analysis of the various types of short chains and identify the nature of their asymmetry; possible ways to eliminate structural and operational asymmetry;
- developed a mathematical model for calculating the unbalance of currents, voltages and power transfer in phases of three-phase current supply system in electric arc furnaces;
- proposed power system model arc furnaces in the presence of STC on the basis of modern microprocessor technology;
- developed software packages to meet the challenges of research and computer models of asymmetric modes of operation of electric arc furnaces.

References:

1. Sosokin O. M., Shishimirov M. V. Power and technological features of steel melting in electric arc furnace and transferring eaf to operation with water-cooled roof designed in moscow state evening metallurgical institute. Bulletin of South Ural State University. Series: Metallurgy. Number 3 / volume 15/2015. P. 62–69.
2. Kochkin, V.I. Use of static compensators of reactive power on electrical networks of power supply systems and the enterprises / V.I. Kochkin, O. P. Nechayev. — M.: NTs ENAS publishing house, 2002. — 248 pages.
3. Mironova A.N. Power technological efficiency of arc steel-smelting furnaces: studies. grant / A.N. Mironova, Yu. M. Mironov; under the editorship of Yu. M. Mironov. Cheboksary: publishing house of Chuvash University, 1999. 154 pages.
4. Mathematical description of complicated power supply systems/V. Soloviov, A. Kupov, K. Khandoshko, A. Kupova//Proc. 11th Int. conference «Electrical machines, drives and power systems ELMA 2005». — Sofia, 2005. — P. 487–490.
5. Modeling of static thyristor compensator in power supply system of electric arc furnace / V. Soloviov, N. Deryuzhkova, A. Kupova. Bulletin of the SUSU. Series «Power Engineering», vol. 14, no. 2. — Chelyabinsk, 2014., P. 23–28.
6. Zhumaev O. A. Pulatov V. B., Khalilov A. J. Optimization of electric modes of modern electric arc furnaces with static thyristor compensator. Scientific and technical and industrial magazine. 2016 № 4. Mining Bulletin of Uzbekistan. P. 76–82.

Использование растительных белков в мясной промышленности посредством добавления белковожировой эмульсии

Шхалахов Дамир Сафербиевич, магистр;
Нестеренко Антон Алексеевич, кандидат технических наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина (г. Краснодар)

В настоящее время на предприятиях мясной промышленности стоит острая проблема нехватки животноводческого сырья. Благодаря клейковине белка пшеницы (глутена), эту проблему можно решить, путём введения её в рецептурные композиции мясных и мясосодержащих продуктов.

Ключевые слова: растительный белок, глютен, клейковина, мясная промышленность, мясо, белково-жировая эмульсия

В современном мясоперерабатывающем производстве большое распространение получило применение белково-жировых эмульсий, не только в виде привычных рядовым покупателям продуктов (сосисок, сарделек, вареных колбасных изделий и т. д.) наблюдается широкое применение эмульсий в производстве мясных полуфабрикатов (котлет, пельменей), а также масло-жировой продукции, напитках, молочных продуктах и других сферах жизнедеятельности человека (косметология, корма домашних животных и т. д.) [1, с. 1128].

Применение эмульсий обосновано необходимостью связать жировое сырье, улучшить его качество, избежать появления жировых отеков (как например в вареной колбасной продукции), снизить его себестоимость в некоторых случаях и т. д., но основной задачей использования жировых эмульсий является — улучшение качества готового продукта, его внешнего вида, потребительских и органолептических свойств [2, с. 44, 3, с. 150].

Для производства белково-жировых эмульсий применяют низкосортное жировое сырье (боковой шпик, его

срезки, говяжий жир, куриную кожу и жир), питьевую воду и белок (например, изолированный соевый белок). Соотношение компонентов может быть различно (например БЕЛОК: ЖИР: ВОДА = 1:5:5, 1:2:7 и т. д. в зависимости от используемого сырья и материалов).

Также в качестве жирового сырья возможно применение растительного масла. Совместно с белковыми компонентами наблюдается совместное использование различных эмульгирующих смесей на основе метилцеллюлозы, пищевых фосфатов и прочих пищевых добавок, обеспечивающих образование прочной коллоидной системы ВОДА: ЖИР. От стабильности этой системы в последующем будет зависеть качество производимого продукта [4, с. 40].

Одним из перспективных белков способных связать жир и воду является пшеничный белок клейковины глутен. Несмотря на то, что у некоторых людей (по данным министерства здравоохранения РФ аллергией на глютен страдает 2% России) использование глютена в пищевой промышленности широко распространено [5, с. 92, 7, с. 1216].

Использование пшеничной клейковины способствует увеличению пищевой ценности муки и хлеба путем их обогащения таким веществом, как растительный белок. Это имеет важное значение при формировании общего уровня здоровья человека, ведь хлебобулочные изделия употребляются абсолютным большинством.

Клейковина зерна пшеницы нашла применение в мясной промышленности (благодаря её свойствам волокна укрепляются и придают продукту более упругую консистенцию).

Помимо того, что клейковина обогащает продукт белком, так же она улучшает связывание минеральных веществ и витаминов, что благоприятно влияет на здоровье потребителя.

Энергетическая ценность клейковины белка пшеницы составляет белок 80 грамм (320 кКал) жиры 1 грамм (9кКал), углеводы 15 грамм (60 кКал) Энергетическое соотношение показано в процентах 94%/3%/18%

Благодаря редким адгезивным, когезивным и пленкообразующим свойствам гидратированной нативной клейковины белка пшеницы и её термофункциональным способностям её можно использовать в качестве добавок в мясные изделия, рыбные изделия и изделия из мяса птицы. Благодаря своим свойствам клейковину белка пшеницы можно использовать при производстве рубленых полуфабрикатов, а также при выпуске кулинарных блюд и консервных изделий. Так же сухую клейковину можно использовать как добавку в массу от 2 до 6%, для варенных групп колбасных изделий и других эмульсионных продуктов. Продукты, в состав которых входит клейковина белка пшеницы, обладают более лучшими вкусовыми свойствами, чем продукты в приготовлении которых используется казеинат натрия, а также изделия в которые не входят белковые добавки.

Процесс производства мясной продукции с использованием клейковины белка пшеницы.

Вареная группа колбасных изделий

Для производства вареных групп колбасных изделий в рецептурные композиции добавляют от 0,5 до 2,5% клейковины белка пшеницы от общей массы, в качестве натурального белкового компонента. Данный метод добавления способствует улучшению плотности и нарезаемости продукта. Клейковину белка пшеницы в сухой форме наносят на поверхность заранее готового фарша, температура которого должна составлять не менее 6 °С, в режиме перемешивания вместе с водой для его гидротации. Дальнейшее применения вакуумирования фарша помогает улучшить эффект использования клейковины белка пшеницы. Опыт введения клейковины белка пшеницы в рецептурные композиции варённой группы колбасных изделий в паро-газо-непроницаемых оболочках выявил целесообразность использования клейковины белка пшеницы как стабилизатора консистенции не зависящий от

перемены температуры во время процесса хранения готовых изделий [8, с. 62].

Повышение качества органолептических показателей: плотности, сочности, неизменности структуры изделия после вторичной термообработки возможно достичь благодаря добавлению в рецептурную композицию сосисок и сарделек 0,5–1,5 процента клейковины белка пшеницы от общей массы, так же можно добавлять сухую клейковину белка пшеницы при избытке воды, для улучшения связывания влаги. При куттеровании фарша вареной группы колбасных изделий (например сосисок) допускается незначительная обработка фарша после добавления клейковины белка пшеницы, способствующая улучшению структурно механических свойств фарша, что в свою очередь улучшает консистенцию продукта.

Для производства ветчины с модифицированной структурой клейковину белка пшеницы следует вводить совместно с крахмалом и пряностями при вторичном перемешивании фарша перед формовкой батонов.

Полукопченая группа колбасных изделий

Для производства полукопчённой группы колбасных изделий клейковину белка пшеницы используют как преобразователь структурно механических свойств, а именно для стабилизации консистенции готового изделия. Количество вводимой клейковины белка пшеницы составляет 0,5–2% от общей массы, а в гидротированном состоянии 2,5–3%.

При производстве полукопченной группы колбасных изделий на фаршемешалке клейковина белка пшеницы добавляется в сухом состоянии (равномерно рассыпается по всей поверхности фарша).

Во время медленного перемешивания совместно с нужным количеством воды для гидратации, перед добавлением заранее измельчённой свиной грудинки.

При производстве полукопченной группы колбасных изделий на куттере клейковина белка пшеницы и вода на гидратацию (или часть от общего количества влаги на рецептурную композицию изделия, если клейковина белка пшеницы используется без гидратации) добавляется в фарш во время перемешивания, в последствии чего внесится подмороженный пластовый шпиг и измельчается до нужной консистенции.

Производство колбасных изделий типа сервелат и сальми обуславливается высокоскоростной обработкой фарша, после добавления жирного сырья — шпига, грудинки, жирной свинины. Для получения нужного результата при использовании клейковины белка пшеницы, нужно заранее измельчить подмороженное жирное сырьё на фрагменты размером 5×5 см и во время заключительной стадии фаршесоставления, последовательно быстро добавить клейковину белка пшеницы, охлажденную воду с температурой 2–4 °С и фрагменты жирного сырья, затем измельчить фарш о требуемого рисунка [1, с. 1130].

Полуфабрикаты

Добавление клейковины белка пшеницы для производства полуфабрикатов способствует формированию плотно связанной структуры фарша, что улучшает процесс формирования и препятствует возникновению рыхлости в готовом изделии. Данное свойство значительно важно при недостатке растворимого белка, при использовании мяса птицы механической обвалки или перегруженности рецептурной композиции текстурированными белками. Клейковину белка пшеницы следует добавлять в заключительной стадии фаршесоставления в гидратации, благодаря которой формируются необходимые реологические характеристики фарша [1, с. 1132].

Добавление клейковины белка пшеницы в количестве от 0,5 до 1,5% в рецептурную композицию фарша улучшает пластичность фарша и способствует образованию в нём плотного комочка фарша в готовом изделии.

Клейковина белка пшеницы способствует повышению качества теста пельменей при использовании муки с низким содержанием клейковины. Использование клейковины белка пшеницы от 0,5 до 3% от общей массы муки делает тесто более пластичным, и помогает снизить потери сухих веществ, повышает прочность тестовой оболочки сваренных продуктов, уменьшает слипаемость готовых пельменей, а также обеспечивает сохранность качественных показателей продукта в течении срока годности изделия.

Литература:

1. Нестеренко, А.А. Использование комплексных смесей для производства колбас / А.А. Нестеренко, Н.В. Кенйиз, Д.С. Шхалахов // Науч. журн. КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 08 (102). с. 1127–1148. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/72.pdf>.
2. Сарбатова, Н.Ю. Особенности производства сырокопченых колбас / Н.Ю. Сарбатова, К.Ю. Шебела // Молодой ученый. — 2015. — № 5–1 (85). — с. 43–46.
3. Шебела, К.Ю. Применение электромагнитной активации стартовых культур в технологии производства сырокопченых колбас / К.Ю. Шебела, Н.Ю. Сарбатова // Инновационная наука. — 2015. Т. 2. № 5 (5). — с. 149–152.
4. Трубина, И. А. Разработка технологий мясопродуктов функциональной направленности с модифицированными пищевыми добавками. Диссертация на соискание ученой степени к. т. н.: 05.18.04.: защищена 2009 / Ставрополь: СевКавГТУ
5. Нестеренко, А.А. Исследование биологической ценности колбасных изделий с применением новой технологии / А.А. Нестеренко, К.В. Аюпян // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2014. — № 3 (33) — с. 91–94.
6. Трубина, И.А., Скорбина Е.А., Дубасов Н.А. Современные технологии в производстве мясных полуфабрикатов // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции. 2013. с. 167–170.
7. Nesterenko, A. A. Biological assessment of summer sausage with preprocessing for starter cultures and meat raw by electromagnetic field of low frequencies / A. A. Nesterenko, N. V. Kenijz, S. N. Shlykov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. — № 7 (1) — P. 1214–1220.
8. Трубина, И.А. Алгоритмизация проектирования продуктов питания функциональной направленности / И.А. Трубина, С.Н. Шлыков, В.В. Садовой // Вестник АПК Ставрополья. — 2013. — № 4 (12). — с. 62–66.

Молодой ученый

Международный научный журнал
Выходит еженедельно

№ 23 (127) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Абдрасилов Т. К.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Калдыбай К. К.
Кенесов А. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Курпаяниди К. И.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матвиенко Е. В.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Паридинова Б. Ж.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.

Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Ахмеденов К. М. (Казахстан)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Курпаяниди К. И. (Узбекистан)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.

Ответственные редакторы: Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В., Майер О. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

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

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 23.11.2016. Тираж 500 экз.

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